Histologie
Appareil cardiovasculaire

Dr BELAMINE

Laboratoire d'histologie, d'embryologie et de génétique médicale

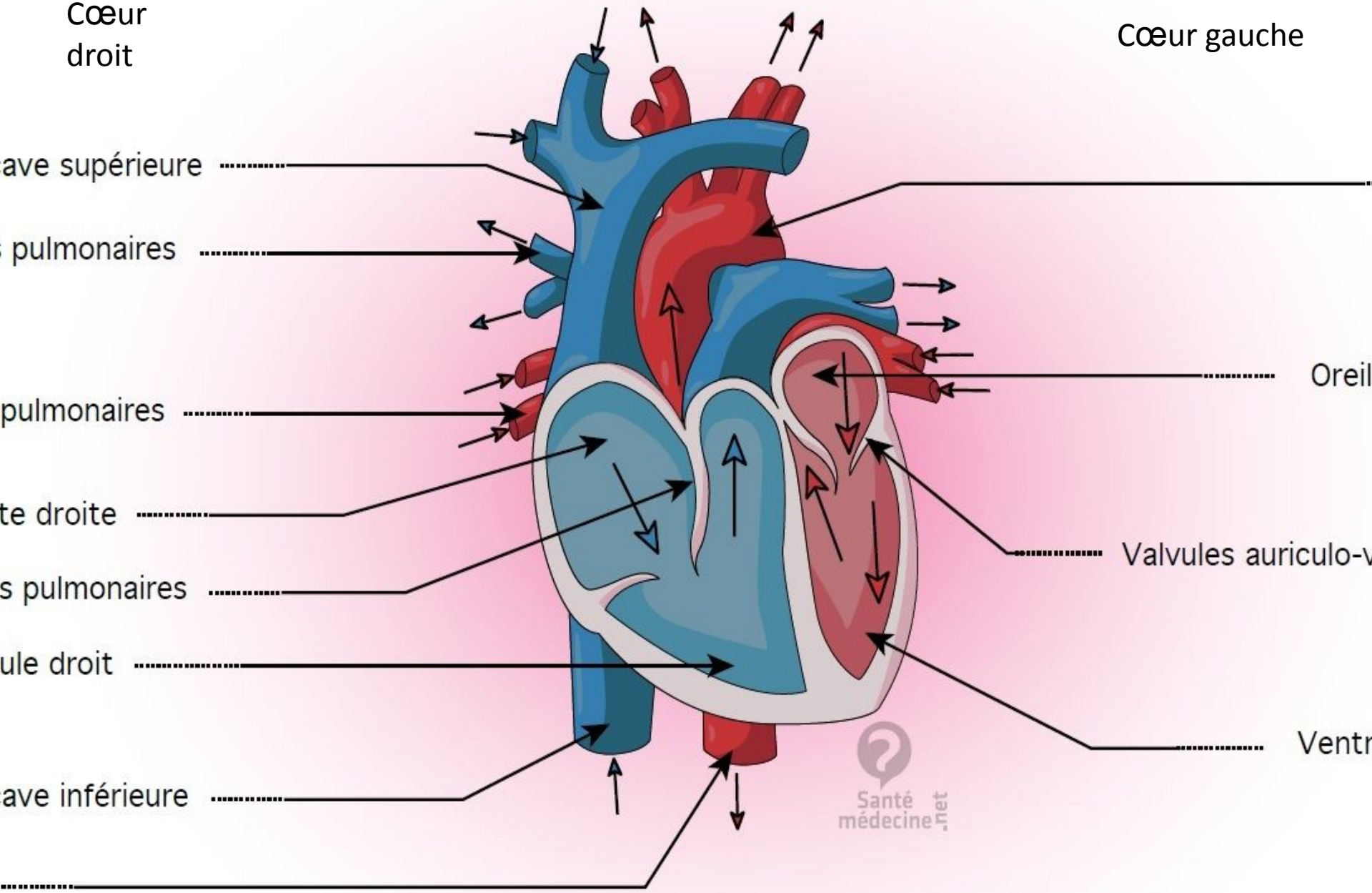
Faculté de médecine d'Alger

Introduction

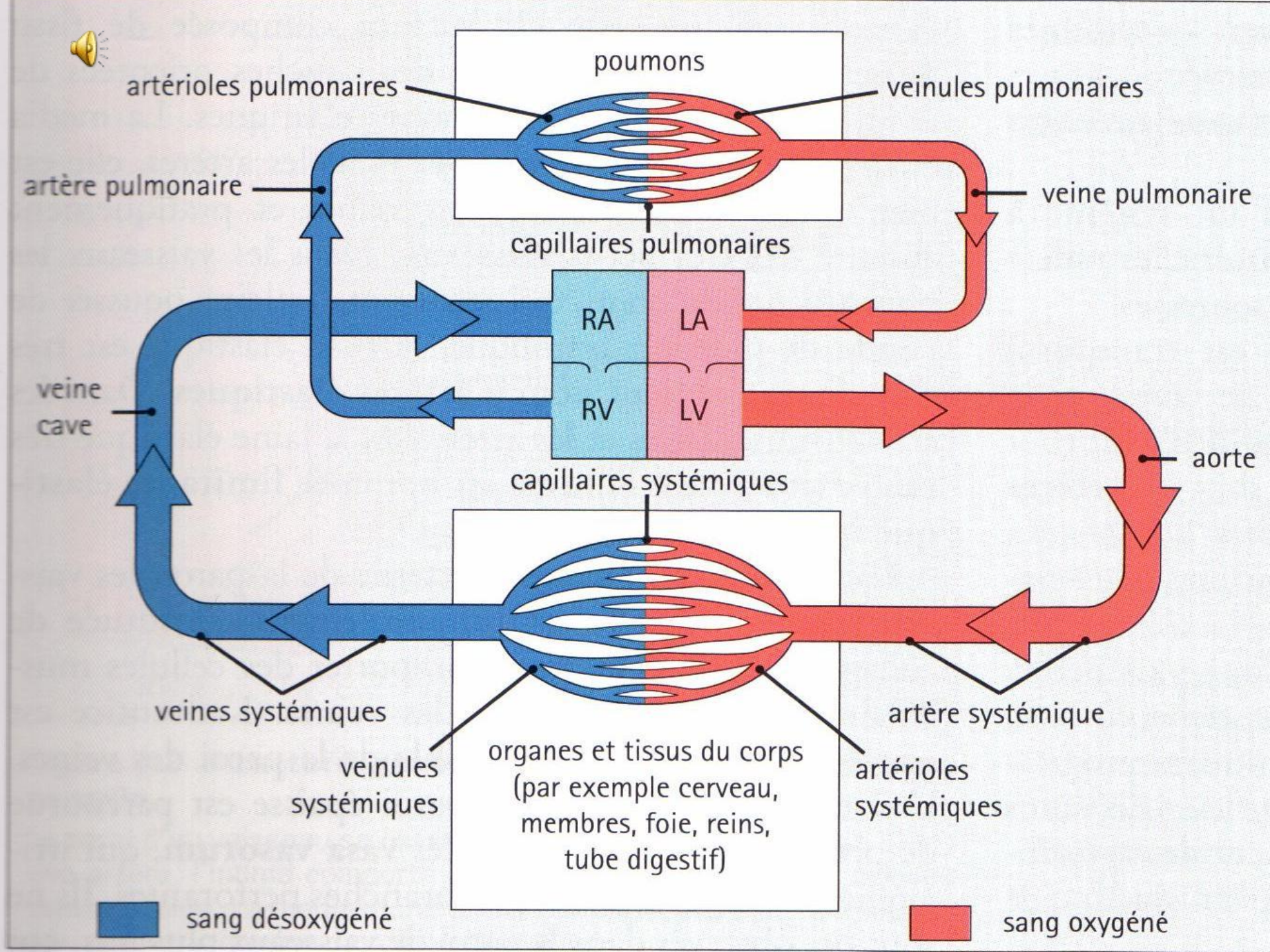
- Le système cardiovasculaire est un réseau fermé, de tubes spécialisés, d'origine mésodermique qui comprend:
- Le cœur, pompe éjectant et recevant le sang
- Les artères, qui distribue le sang vers la périphérie (organes)
- Les capillaires, qui sont des zones d'échange aux interfaces air-sang et sang- tissus
- Les veines qui ramènes le sang vers le cœur
- Les vaisseaux lymphatiques qui reprennent les liquides extracellulaires puis les acheminent vers le cœur après passage au travers de ganglions lymphatiques

Cœur droit

Cœur gauche



La circulation sanguine est divisée en circulation systémique et en circulation pulmonaire.


poumons
artérioles pulmonaires
veinules pulmonaires
artère pulmonaire
veine pulmonaire
capillaires pulmonaires
RA
LA
RV
LV
veine cave
aorte
capillaires systémiques
veines systémiques
artère systémique
veinules systémiques
organes et tissus du corps (par exemple cerveau, membres, foie, reins, tube digestif)
artérioles systémiques
sang désoxygéné
sang oxygéné

La circulation systémique

- Le sang oxygéné est ramené par la veine pulmonaire à l'oreillette gauche, puis le sang passe dans le ventricule gauche. Celui-ci l' éjecte dans l'aorte qui le distribue aux organes par le réseau artériel. A partir des capillaires sanguins le système veineux ramène le sang chargé de CO2 vers le cœur droit par les veines caves inférieure et supérieure

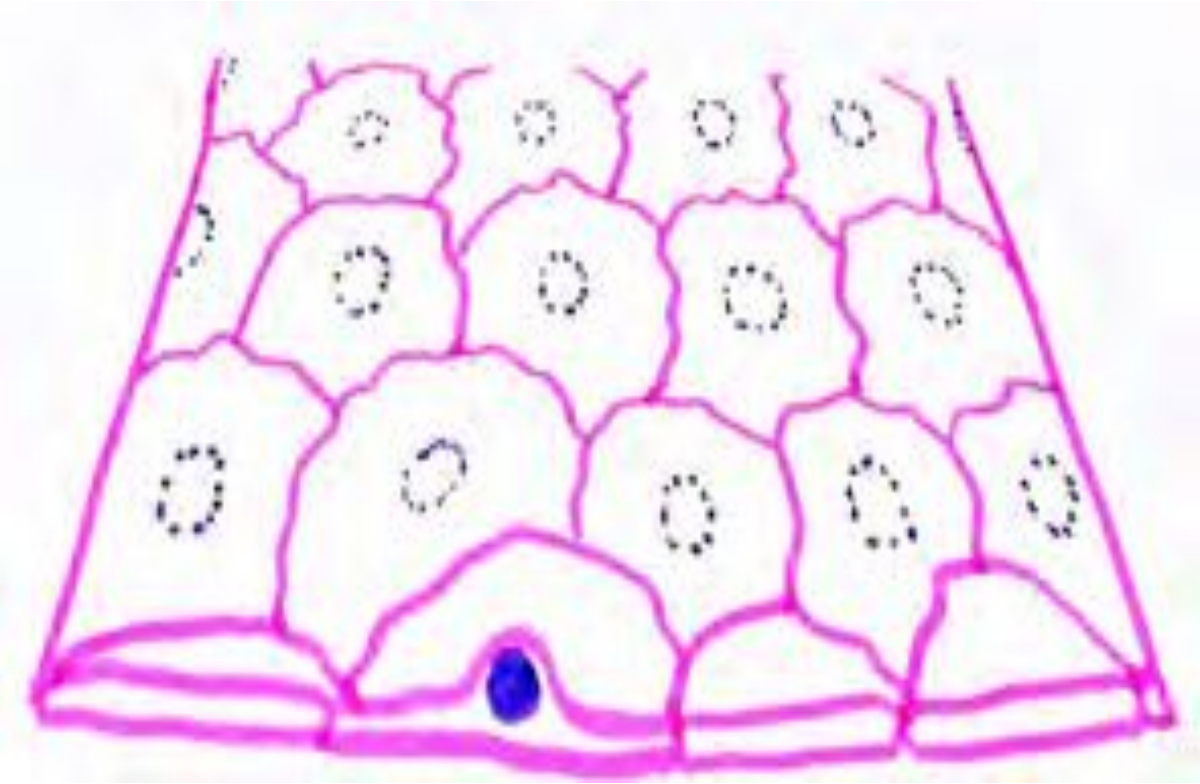
La circulation pulmonaire

- Le poumon reçoit le sang pauvre en oxygène par l'artère pulmonaire, qui prend naissance au niveau du ventricule droit, puis le distribue par le réseau artériel aux capillaires du parenchyme pulmonaire où se fait l'hématose (oxygénation du sang).Le sang oxygéné revient au cœur gauche par le système veineux pulmonaire.

A/Endothélium et cellules endothéliales

L'endothélium est un épithélium spécialisé composé de cellules endothéliales qui recouvre toutes les cavités vasculaires (cœur, artères, veines, capillaires et vaisseaux lymphatiques)

Cellules endothéliale en microscopie optique



Aspect cytologique des cellules endothéliales
En microscopie optique

- L’endothélium est un épithélium pavimenteux simple constitué de cellules endothéliales aplaties, orientées dans le sens du courant sanguin . Elles sont en contact direct avec le sang
- L’endothélium repose le plus souvent sur une membrane basale continue

Cellules endothéliales en M.E

Figure 9.3

(a) Substances produites par l'endothélium et destinées à moduler la coagulation et la vasodilatation.
(b) Cellules endothéliales en microscopie électronique, à fort grossissement, comportant des corps de Weibel-Palade (W) à proximité de la surface au contact de la lumière du vaisseau (L). Elles contiennent aussi des vésicules de pinocytose (P) et du réticulum endoplasmique granuleux.

Aspect cytologiques des cellules endothéliales
En microscopie électronique

- Les cellules endothéliales sont reliées entre elles par de nombreuses jonctions intercellulaires
- Elles présentent:
  - un noyau encoché
  - des vésicules de pinocytose assurant le transport des gaz et des substances d'une face à l'autre de la cellule
  - un morphoplasme riche (golgi périnucléaire, RE granuleux, RE lisses, ribosomes, rares mitochondries)
  - des corps intra-cytoplasmiques de WEIBEL-PALADE
  - en immunofluorescence, les cellules endothéliales renferment des filaments de vimentine et d'actine , ce sont donc des cellules contractiles.

Rôles des cellules endothéliales

- Elles secrètent la prostacycline qui empêche l'adhésion des plaquettes à l'endothélium ainsi que la formation de caillot intravasculaire (thrombus)
- Initie la coagulation sanguine par la sécrétion d'un facteur tissulaire qui se fixe au facteur VIIa pour convertir le facteurX en facteur Xa, lors d'une lésion de la paroi vasculaire
- Module le tonus des cellules musculaires lisses vasculaires (oxyde nitrique qui induit une vasodilatation et endothéline1 qui induit une vasocontraction)
- Facilite la migration transendothéliale des cellules impliquées dans une réaction inflammatoire (macrophages, lymphocytes)
- Elabore des facteurs qui stimulent l'angiogénèse au cours de la réparation normale des blessures et de la vascularisation des tumeurs

B/ Le coeur

Le cœur est un tube endothélial présentant une paroi épaisse formée de trois tuniques qui sont de la cavité cardiaque vers la périphérie:

- L'endocarde
- Le myocarde
- Le péricarde

La paroi du cœur comprend 3 tuniques

- Endocarde
- Myocarde
- Péricarde

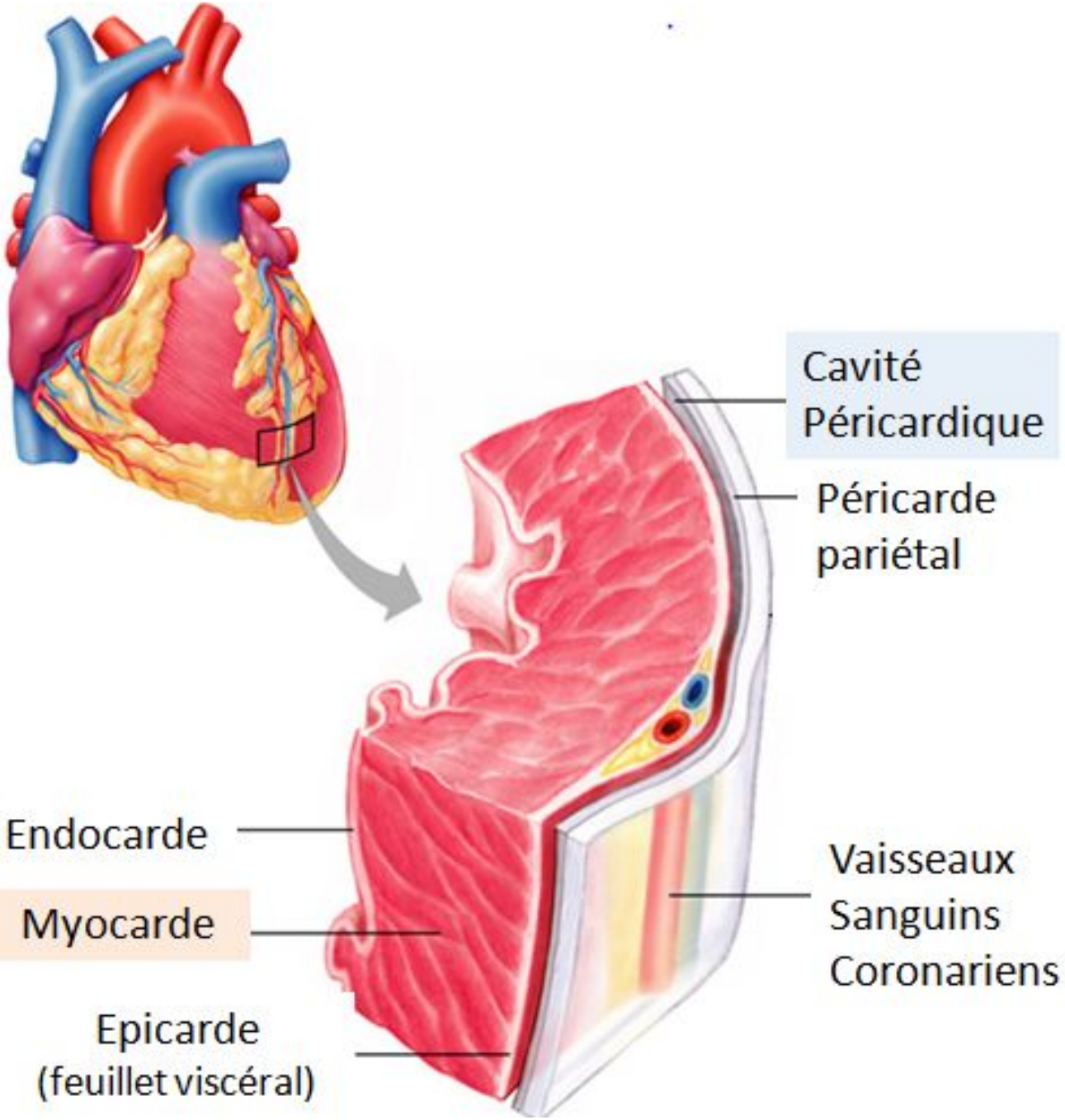


PLANCHE I

PAROI CARDIAQUE

Fig. 1 - Endocarde

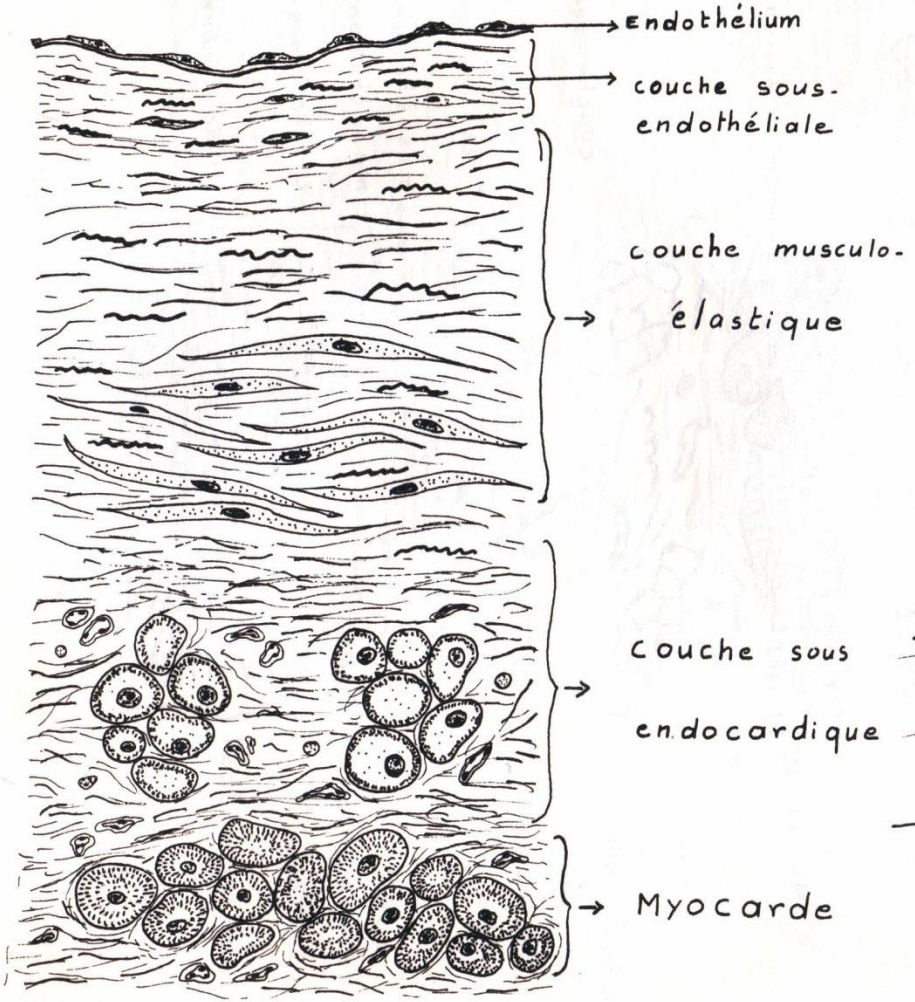
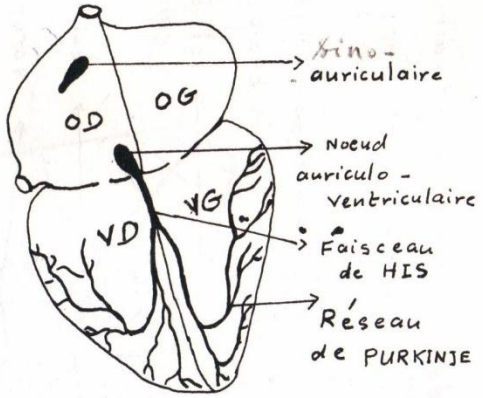
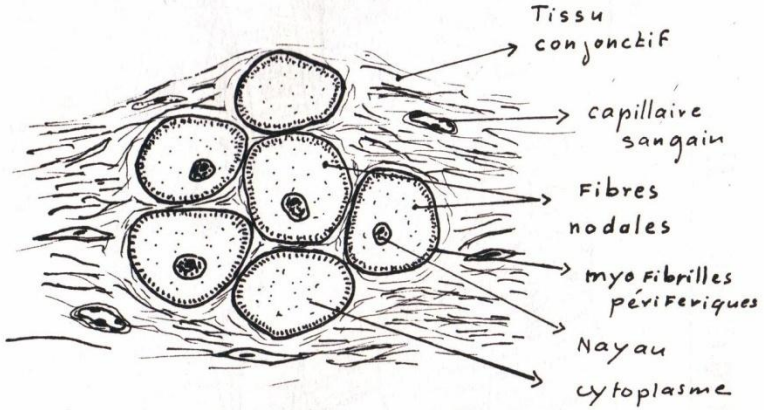


Fig. 2 - Tissu nodal



a. Topographie



b. Structure (MO. - FG.)

Endocarde

L’ endocarde est la tunique interne du cœur, fine et lisse. Sur une coupe, observée en microscopie optique au fort grossissement, on lui reconnait quatre couches:

a/ Un endothélium, assise unique de cellules aplaties saillantes dans leur portion périnucléaire reposant sur une membrane basale

b/ Une couche sous-endothéliale, lame conjonctive mince

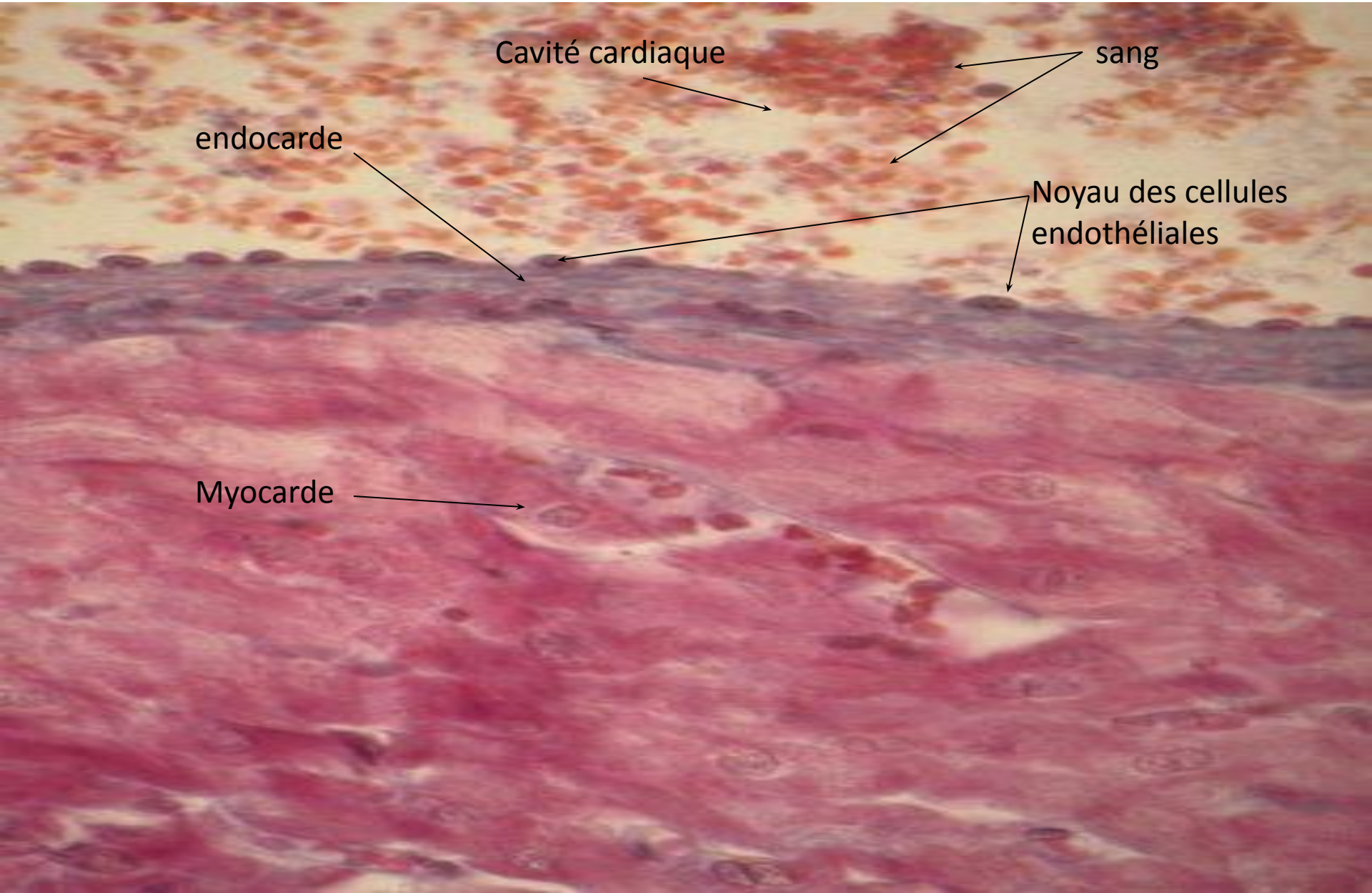
c/ Une couche musculo-élastique, d’épaisseur variable, caractérisée par:

- des formations conjonctivo-élastiques au niveau de la zone interne
- des formatons musculaires lisses responsables du tonus de l’endocarde au niveau de la zone externe

d/ Une couche sous-endothéliale faite d’un tissu conjonctif lâche avec des cellules adipeuses, renfermant:

- Le tissu nodal
- Les éléments vasculo-nerveux

Endocarde


Cavité cardiaque
sang
endocarde
Noyau des cellules endothéliales
Myocarde

Endocarde

Microscopie optique au faible grossissement

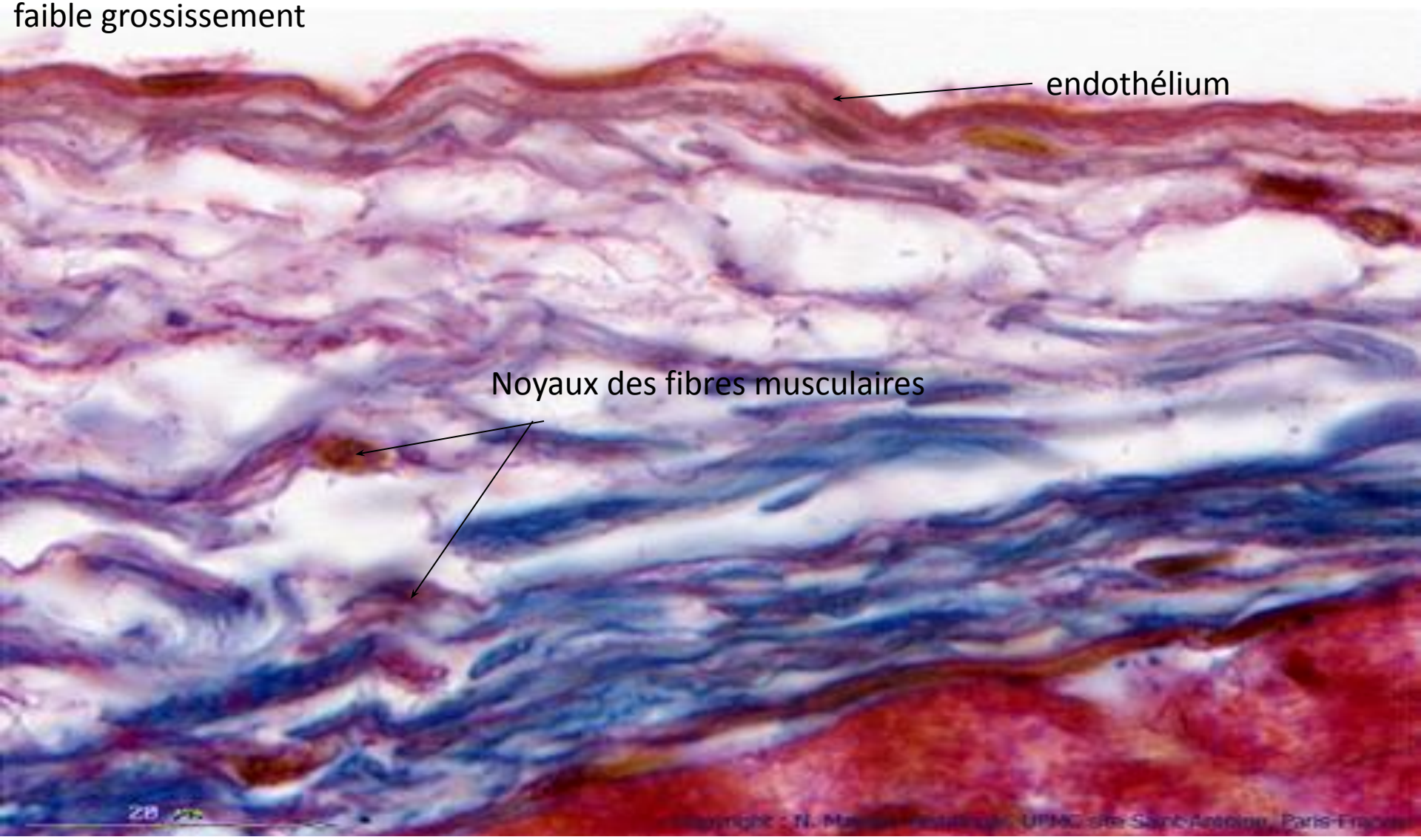
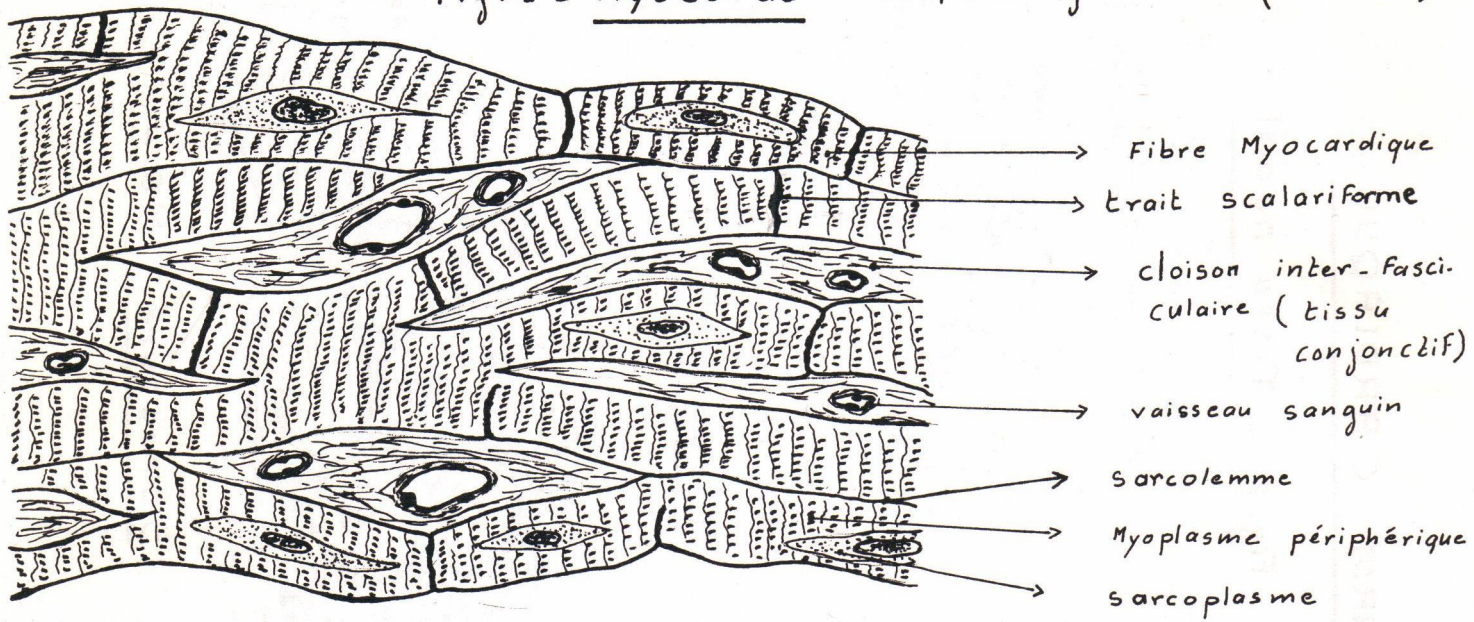


PLANCHE . II

PAROI CARDIAQUE

Fig. 1 - Myocarde coupe Longitudinale (MO. - FG)

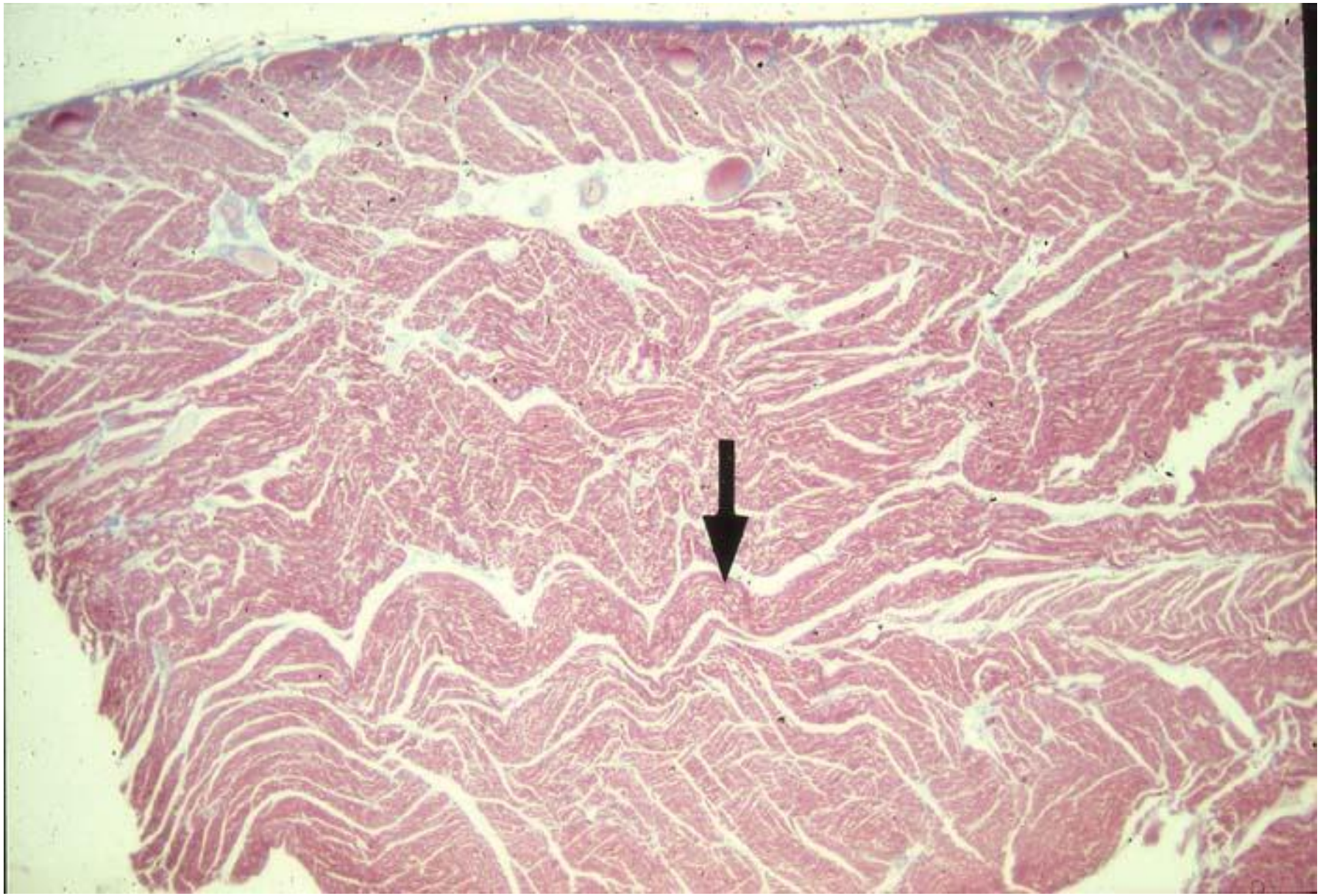


Le Myocarde

Sur une coupe de la paroi cardiaque examinée en microscopie optique, le myocarde offre l'aspect d'une tunique épaisse, on lui reconnaît:

- Les cloisons conjonctives, ou cloisons inter-fasciculaires, formées de tissu conjonctif lâche riche en vaisseaux sanguins et en fibres nerveuses sensitives
- Les fibres myocardiques ou cardiocytes apparaissent groupées en faisceaux sous forme de travées musculaires rameuses. On peut reconnaitre 3 types :
    - les cellules musculaires striées spécialisées
    - les fibres excitatrices et conductrices (fibre nodales)
    - les cardiocytes auriculaires

Vue générale du myocarde



Les fibres musculaires striées spécialisées

Ce sont des éléments contractiles formant le muscle cardiaque.

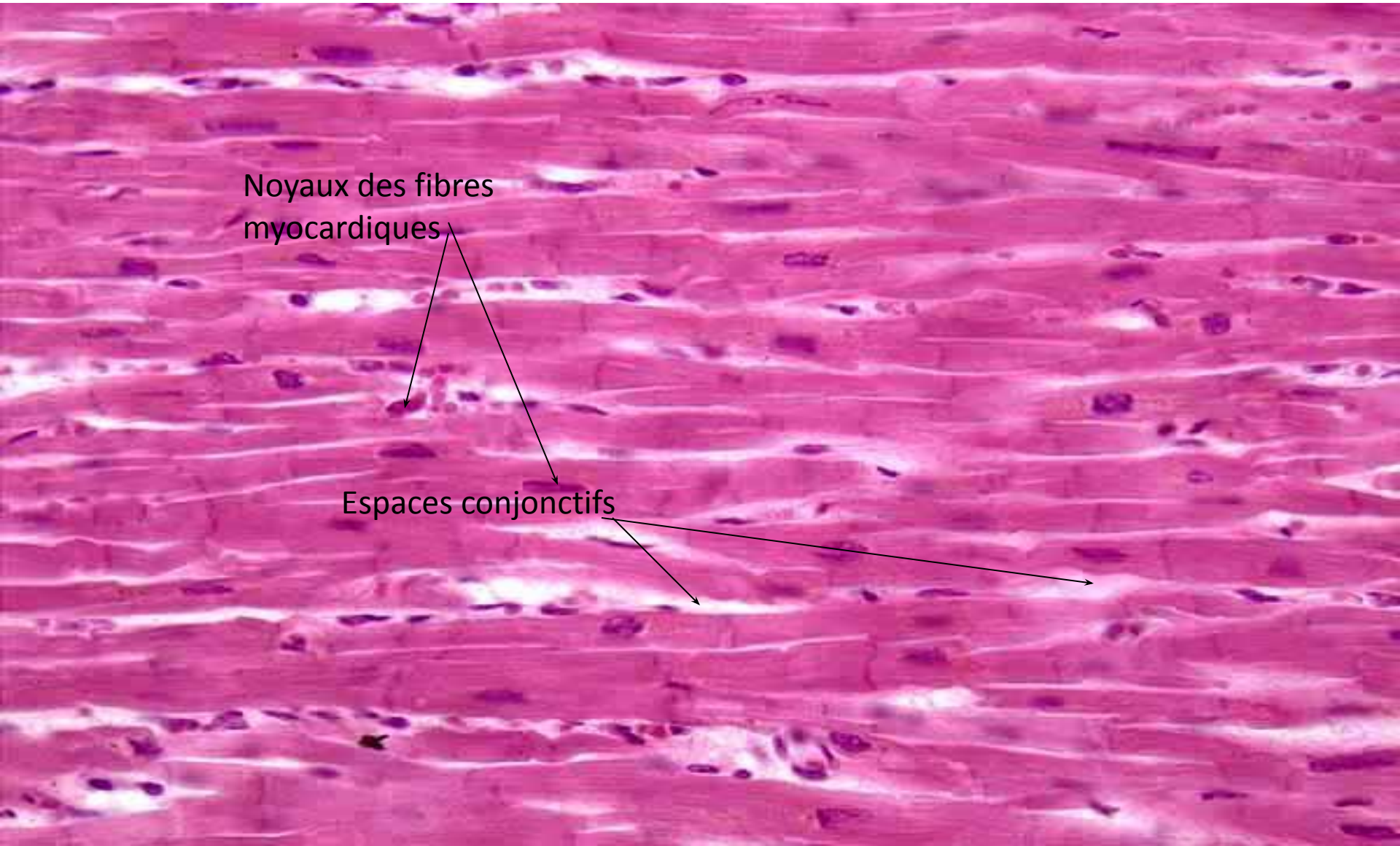
Examinées en coupe longitudinale au fort grossissement et après technique de coloration spéciale, ces fibres se caractérisent par:

- un noyau central
- des traits scalariformes qui correspondent aux zones de contact des cellules myocardiques.

La présence de jonctions communicantes ou *gap junction* dans le segment longitudinal des stries scalariformes entre les cellules musculaires cardiaques ainsi connectées permet une libre diffusion des ions et une propagation rapide du potentiel d'action d'une cellule à une autre.

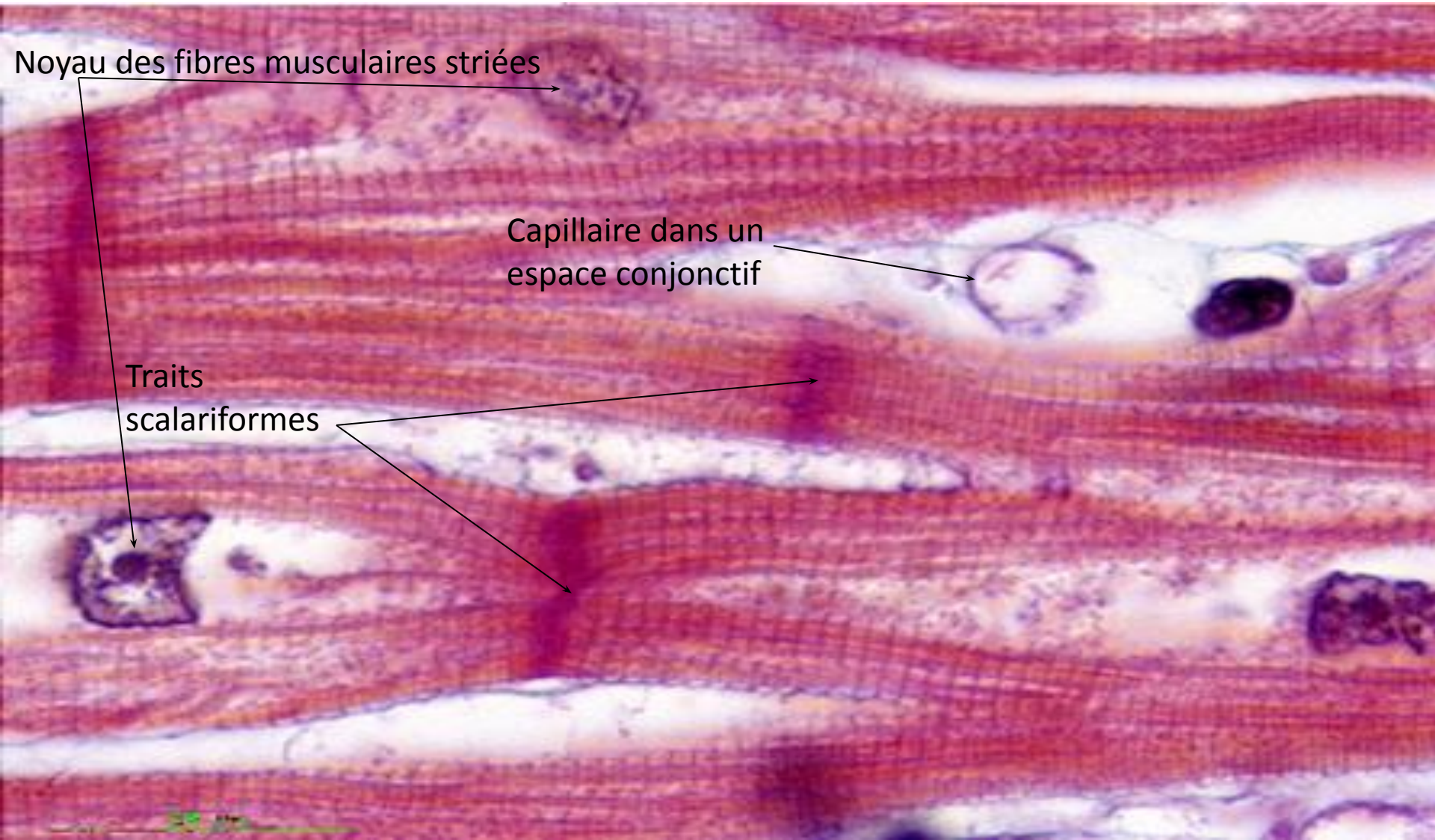
Si les apports en oxygène sont diminués, les cellules musculaires du cœur ne fonctionnent plus correctement .Les signes cliniques sont **l'angine de poitrine**(douleur) ou plus grave **l'infarctus du myocarde(** destruction des fibres myocardiques)

Fibres musculaires striées myocardiques en coupe longitudinale

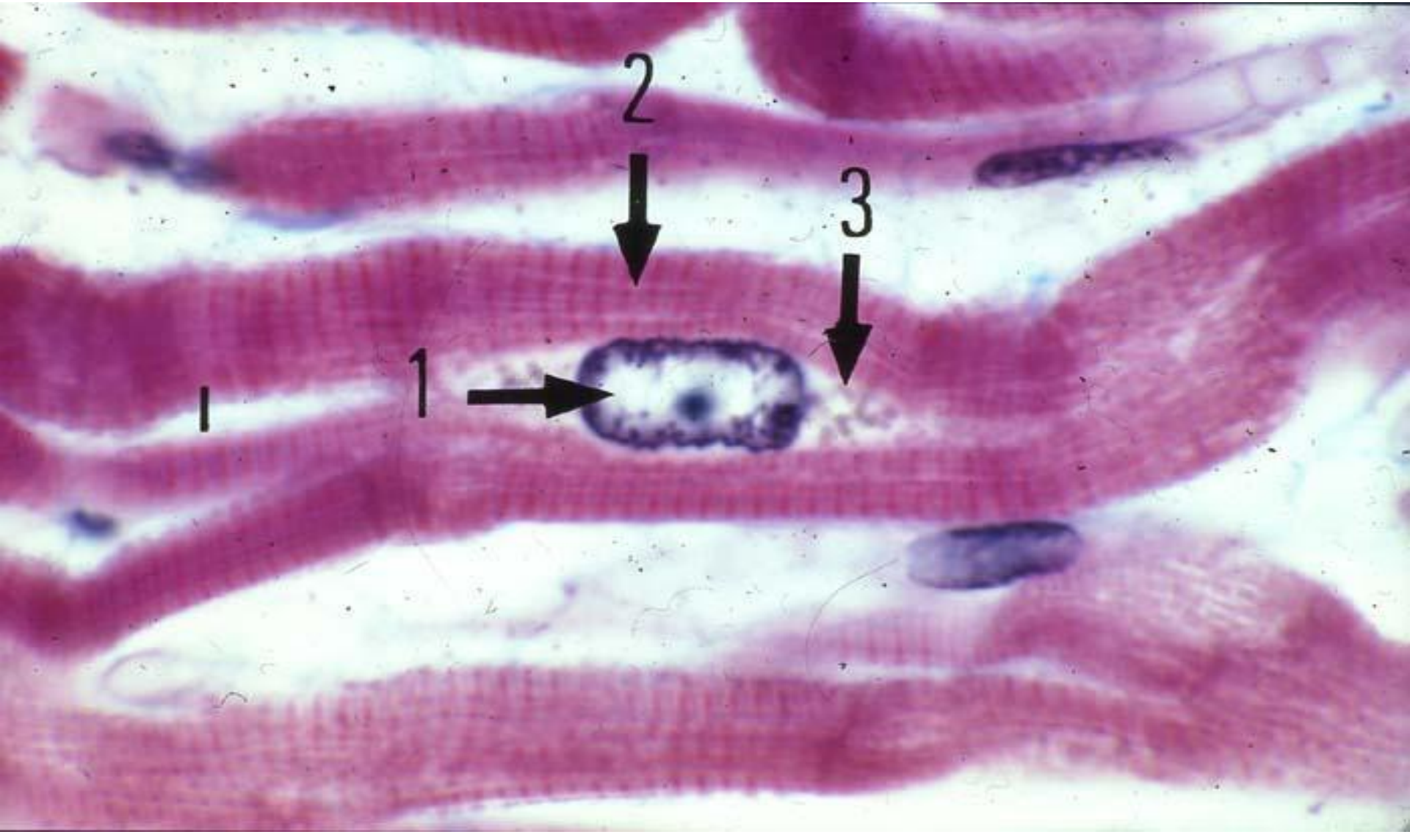


Cardiomyocytes humains

Microscopie optique au fort grossissement



Cellules myocardiques en coupe longitudinale



Cellules myocardiques en coupe transversale

Le tissu nodal

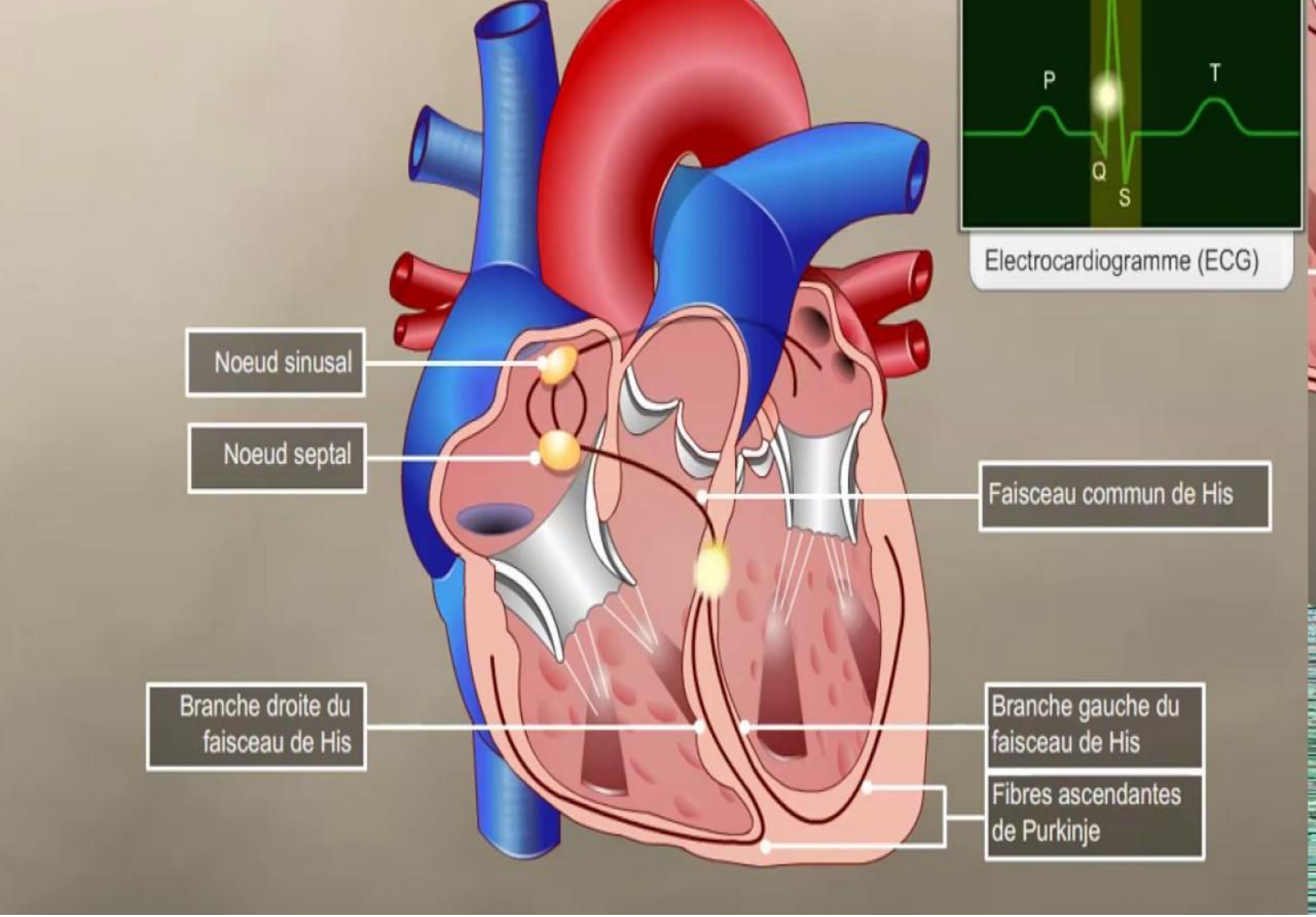
- Sur le plan histologique: le tissu nodal est un tissu musculaire d'aspect embryonnaire
- Sur le plan histophysiologique: le tissu nodal est un tissu au niveau duquel s'élabore et par lequel sont conduites les excitations réglant l'automatisme rythmique du myocarde
- Sur le plan topographique: le tissu nodal du cœur humain est représenté par quatre formations principales:

  Le nœud sino-auriculaire (nœud de KEITH et FLACK) situé dans la paroi de l'oreillette droite au voisinage de l'embouchure de la veine cave supérieure

  Le nœud auriculo- ventriculaire (nœud d' ASHOFF et TAWARA) situé à la partie postéro-inférieure de la cloison inter-auriculaire

  Le faisceau de HIS, issu du nœud auriculo-ventriculaire, traverse la cloison inter-ventriculaire et se divise en deux branches

  Le réseau de PURKINJE: les branches droite et gauche du faisceau de HIS se connectent à un réseau complexe de fibres musculaires spécialisées, les fibres de Purkinje qui forment un large réseau de conduction dans le myocarde ventriculaire

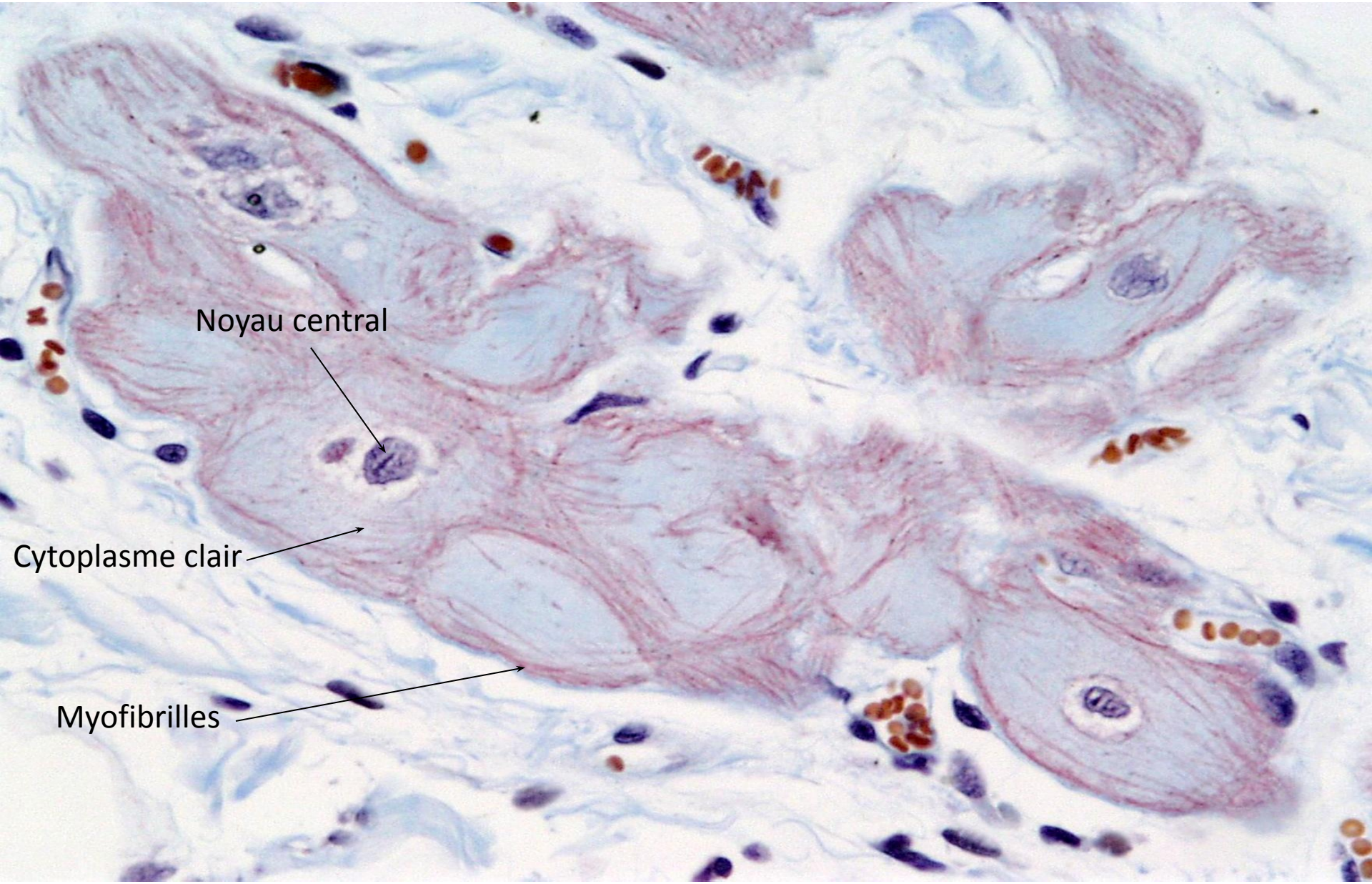

P
T
Q
S
Electrocardiogramme (ECG)
Noeud sinusal
Noeud septal
Faisceau commun de His
Branche droite du faisceau de His
Branche gauche du faisceau de His
Fibres ascendantes de Purkinje

Tissu nodal en microscopie optique

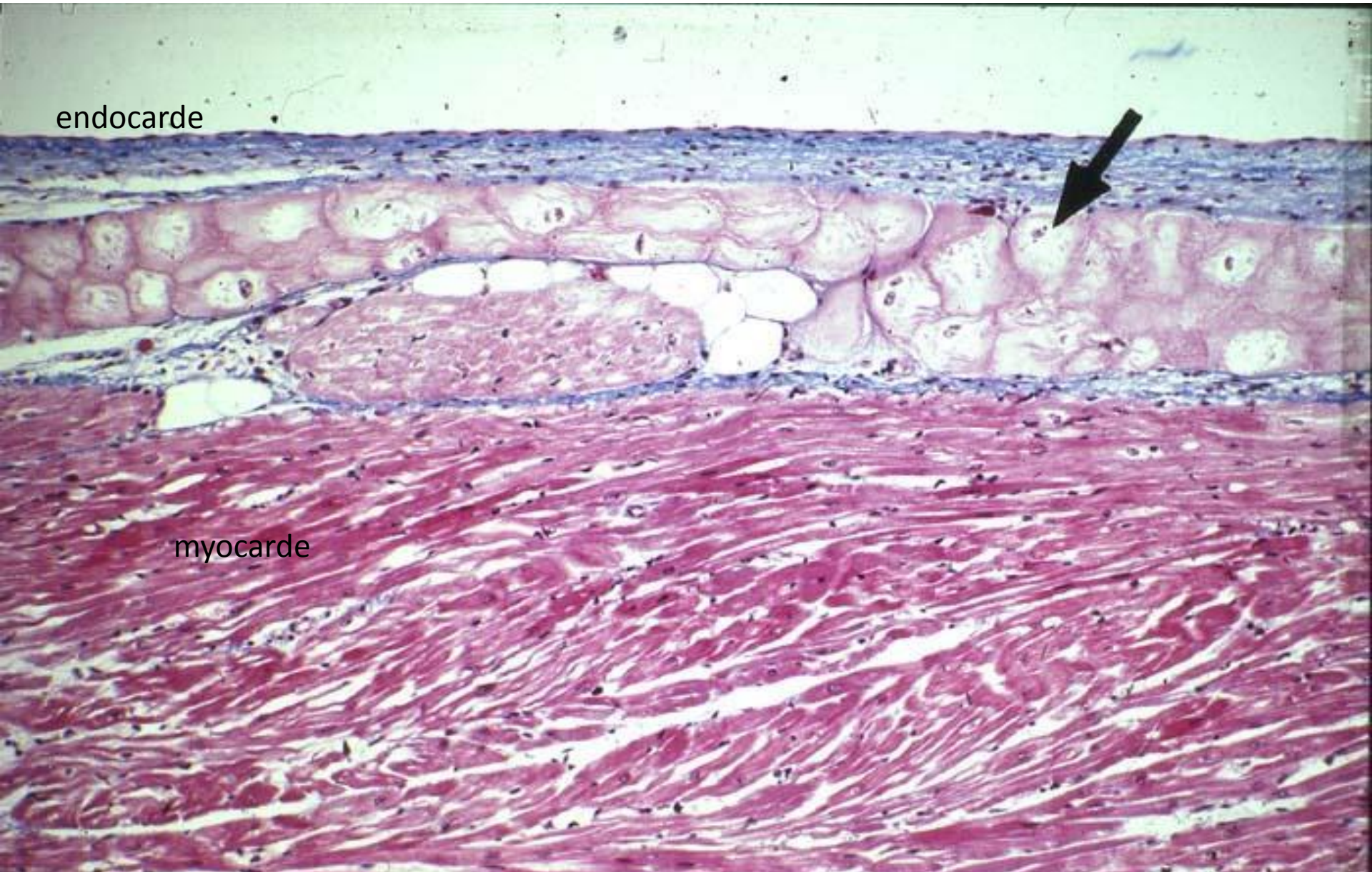
A l'examen d'une paroi cardiaque en microscopie optique, au fort grossissement, les cellules nodales coupées transversalement apparaissent:

- Comme des cellules volumineuses
- Présentant un cytoplasme clair et un noyau central
- Et une mince écorce de myofibrilles périphériques

Cellules nodales



Cellules de Purkinje



Régulation du rythme cardiaque

- L’ influx créé par le nœud sino-auriculaire(NSA) se transmet rapidement au nœud auriculo-ventriculaire(NAV) par 3 faisceaux conducteurs (antérieur, moyen et postérieur) en provoquant la contraction auriculaire. Puis l’influx est transmis du NAV au faisceau de HIS qui chemine le long du septum interventriculaire et transmet l’influx aux ventricules grâce à un réseau complexe de fibres musculaires spécialisées *les fibres de Purkinje.*
- Les constituants du système de conduction peuvent être lésés au cours d’un infarctus du myocarde. En effet l’absence d’oxygène peut entrainer des troubles du rythme dont deux sont rapidement mortelles en l’absence de traitement rapide **l’asystolie** et **la fibrillation ventriculaire**.

Les cardocytes auriculaires

- Les cellules myocardiaques auriculaires sont plus petites que celles des ventricules et contiennent des vésicules neurosécrétoires. Ces vésicules libèrent une hormone polypeptidique puissante, appelée **facteur atrial natriurétique (ANF)** dont l'action est :
  - **-** la stimulation à la fois de :
    la diurèse (excrétion urinaire de l'eau) et de
    la natriurèse (excrétion urinaire de sodium)
  - de permettre le relâchement du muscle cardiaque .
- L'augmentation de la pression à travers la paroi auriculaire semble être le principal stimulus de la libération d'ANF.
- L'action de l'ANF est donc d'éviter une hypertension pouvant aboutir à une insuffisance cardiaque.

Le péricarde

Le péricarde est constitué de deux feuillets:

- un feuillet viscéral : l'épicarde
- un feuillet pariétal : le péricarde proprement dit

Ces deux feuillets sont séparés par une cavité virtuelle: la cavité péricardique et présente une structure à peu près identique.

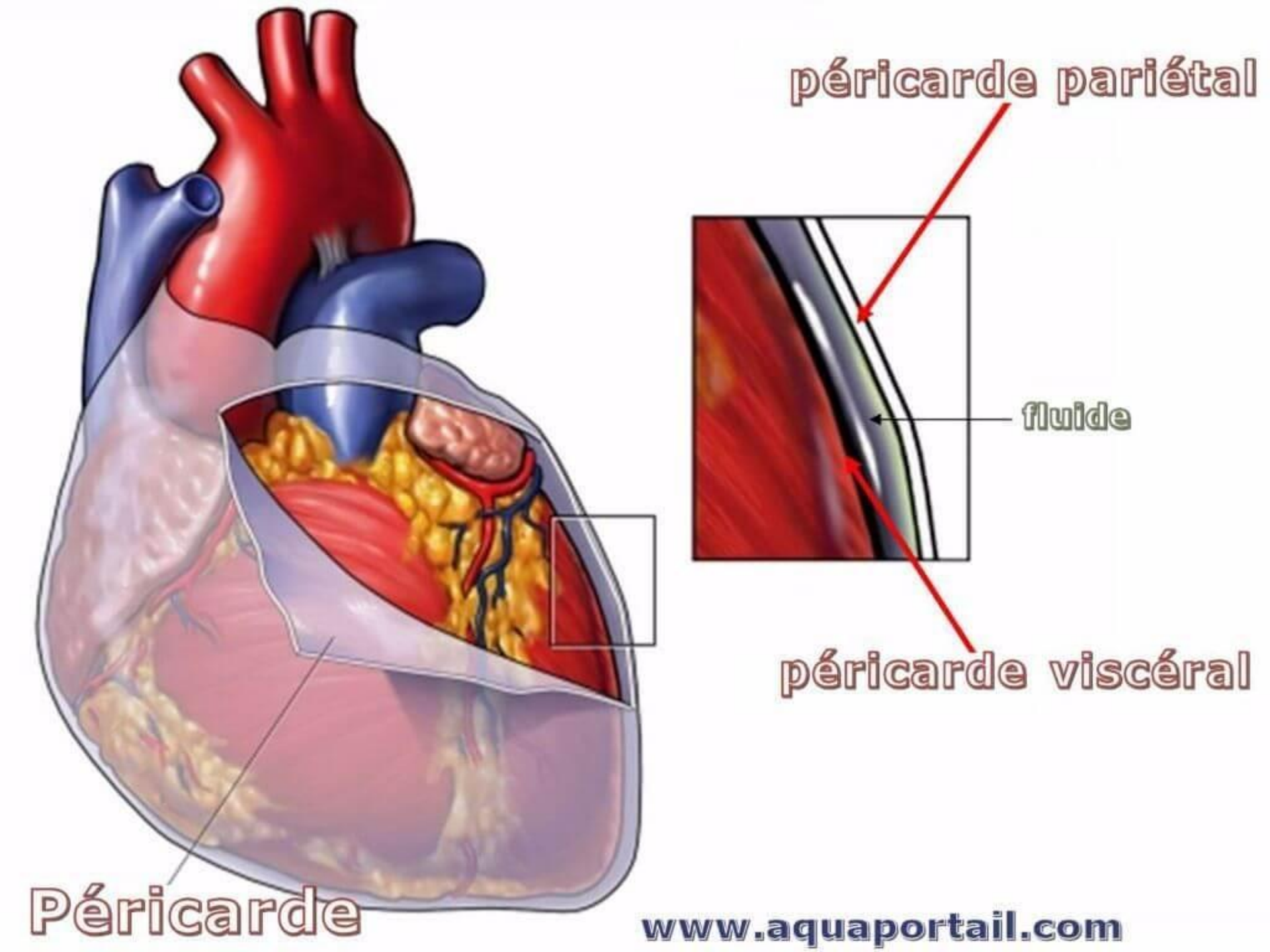
On reconnait pour chacun d'eux, de la cavité péricardique vers l'extérieur:

1/ un mésothélium formé d'une seule assise de cellules pavimenteuses unies entre elles par des complexes de jonction et des desmosomes permettant une bonne étanchéité de la couche cellulaire.

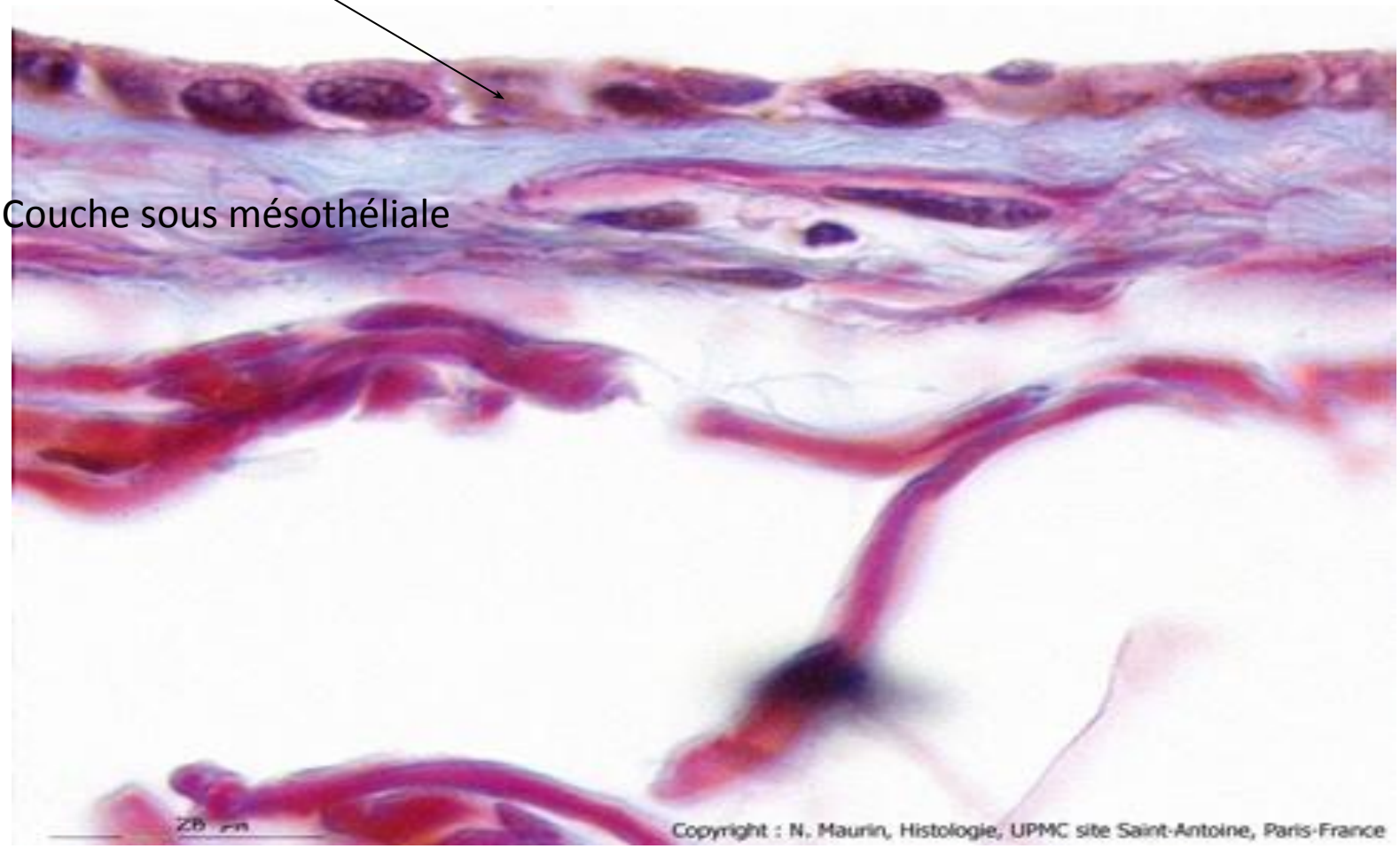
2/ une couche sous-mésothéliale: lame conjonctive riche en fibres élastiques

3/ une couche conjonctivo-fibreuse constituée:

- d'un tissu conjonctif lâche, au niveau du feuillet viscéral
- d'une couche fibreuse, au niveau du feuillet pariétal


péricarde pariétal
fluide
péricarde viscéral
Péricarde
www.aquaportail.com

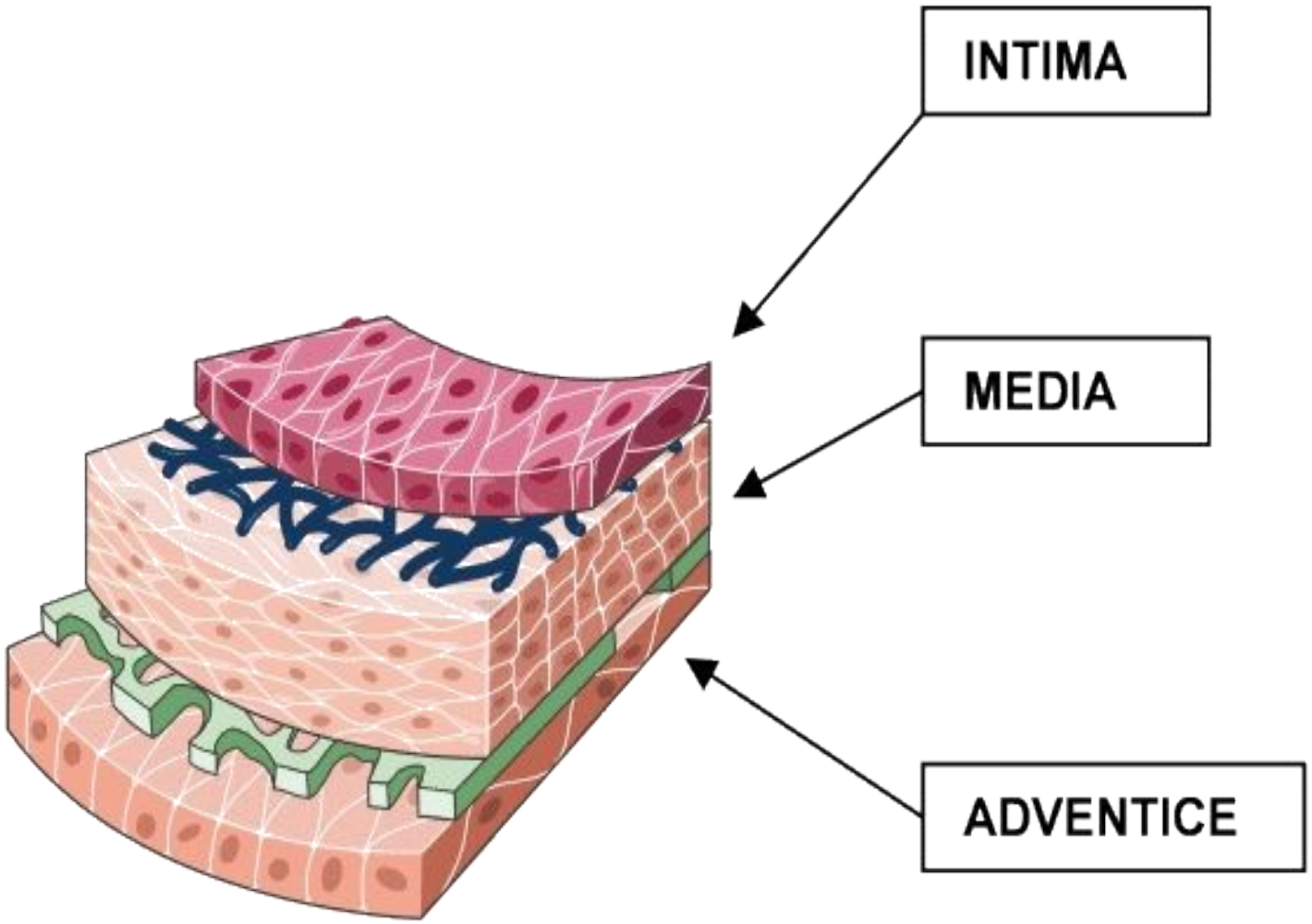
Péricarde feuillet viscéral: mésotélium



Les vaisseaux sanguins et lymphatiques

La paroi des vaisseaux sanguins et lymphatiques comporte trois couches ou tuniques:

- l’intima
- la média
- l’adventice


INTIMA
MEDIA
ADVENTICE

Les artères

Les artères sont de deux types:

- les artères de type élastique, les plus larges, sont des vaisseaux de conduction. Elles reçoivent le débit très élevé du ventricule gauche. Le tissu élastique de leur paroi leur procure la capacité d'absorber puis de restituer l'onde de pression.

- les artères de type musculaire, de taille moyenne, sont des artères de distribution.

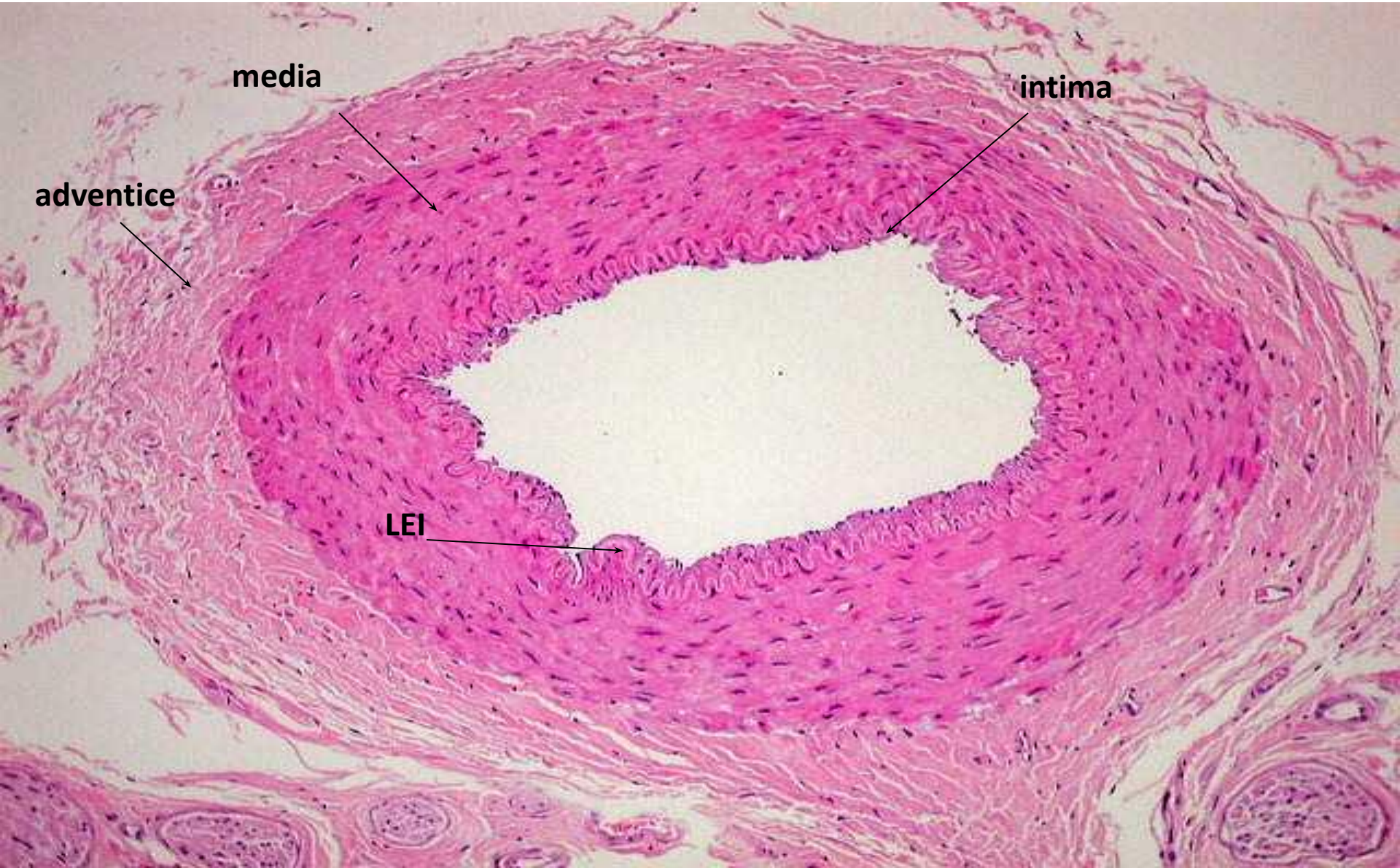
L’artère de type élastique

L’aorte, les carotides primitives, les sous-clavières et les iliaques primitives sont de grosses artères élastiques (plus de 7mm)

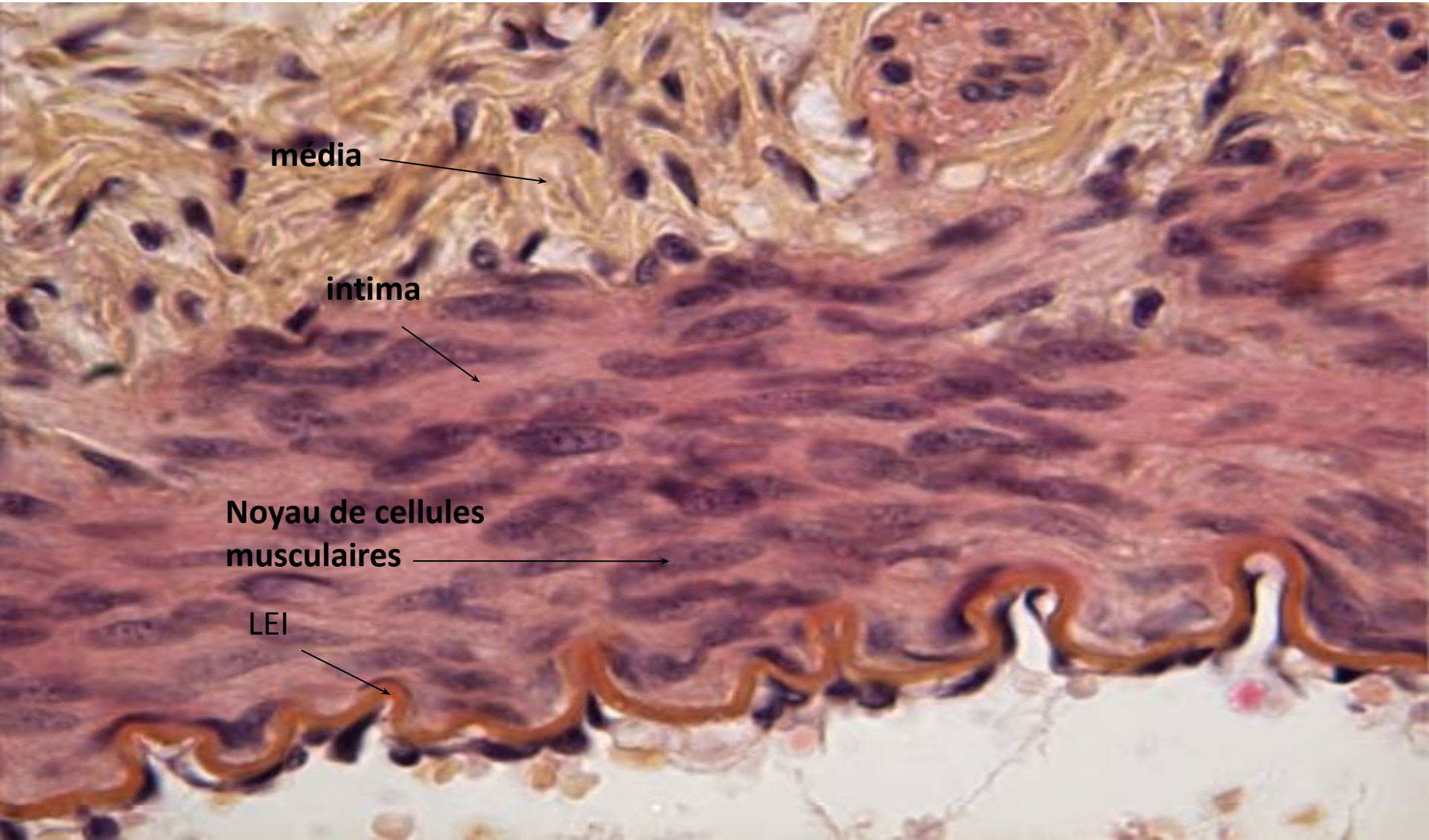
Sur une coupe transversale, observée en microscopie optique au fort grossissement la paroi présente à décrire:

- au niveau de l’intima: un endothélium , une fine couche de tissu conjonctif de soutien renfermant quelques fibres musculaires lisses et une lame élastique interne peu distincte des lames élastiques de la média
- au niveau de la média épaisse: des lames élastiques concentriques, des espaces contenant des fibres collagènes et quelques fibres musculaires lisses disposées en faisceaux
- au niveau de l’adventice un tissu conjonctif lâche renfermant des petits vaisseaux sanguins appelés vasa-vasorum et des fibres nerveuses

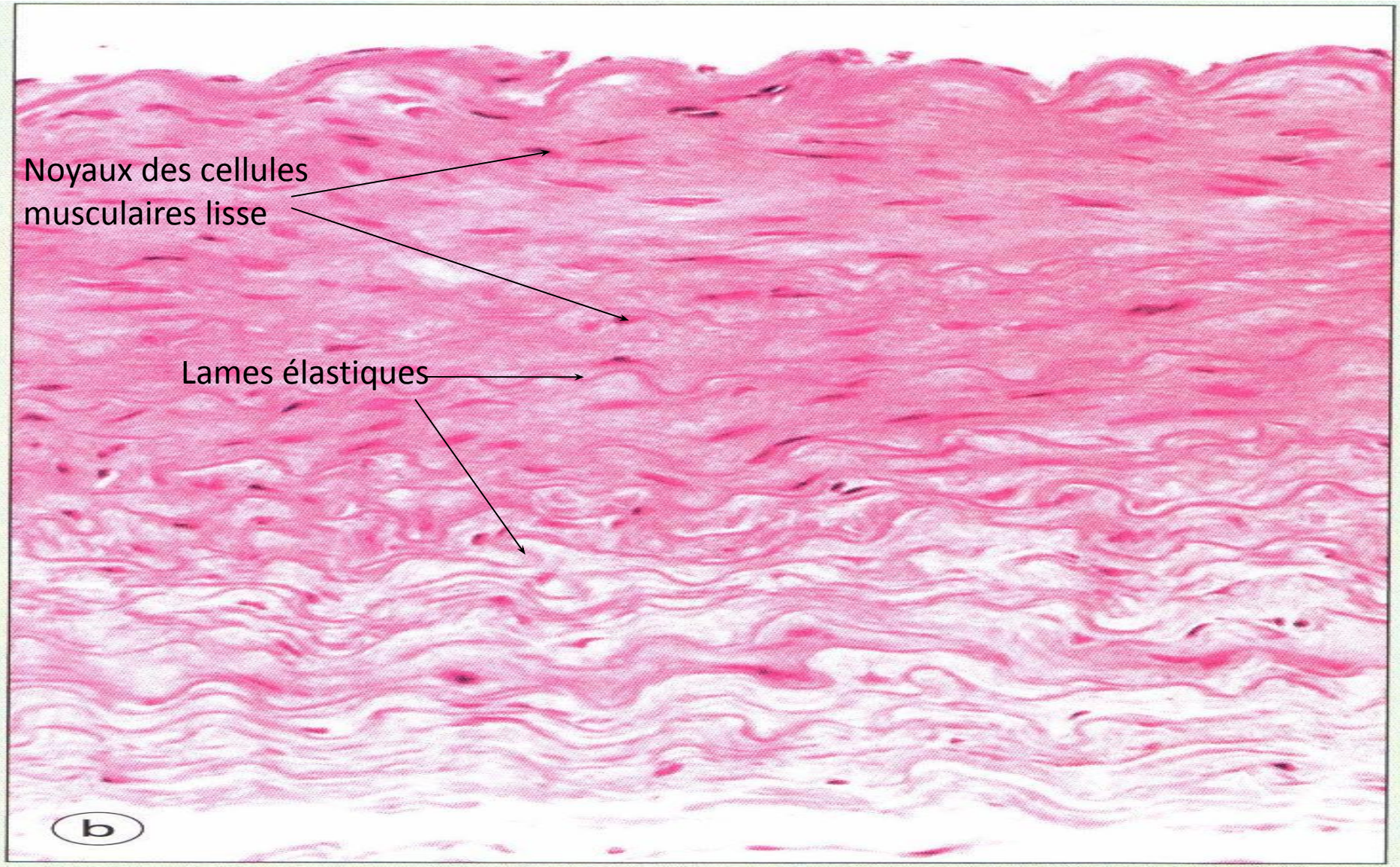
Artère de type élastique en m.o au faible grossissement



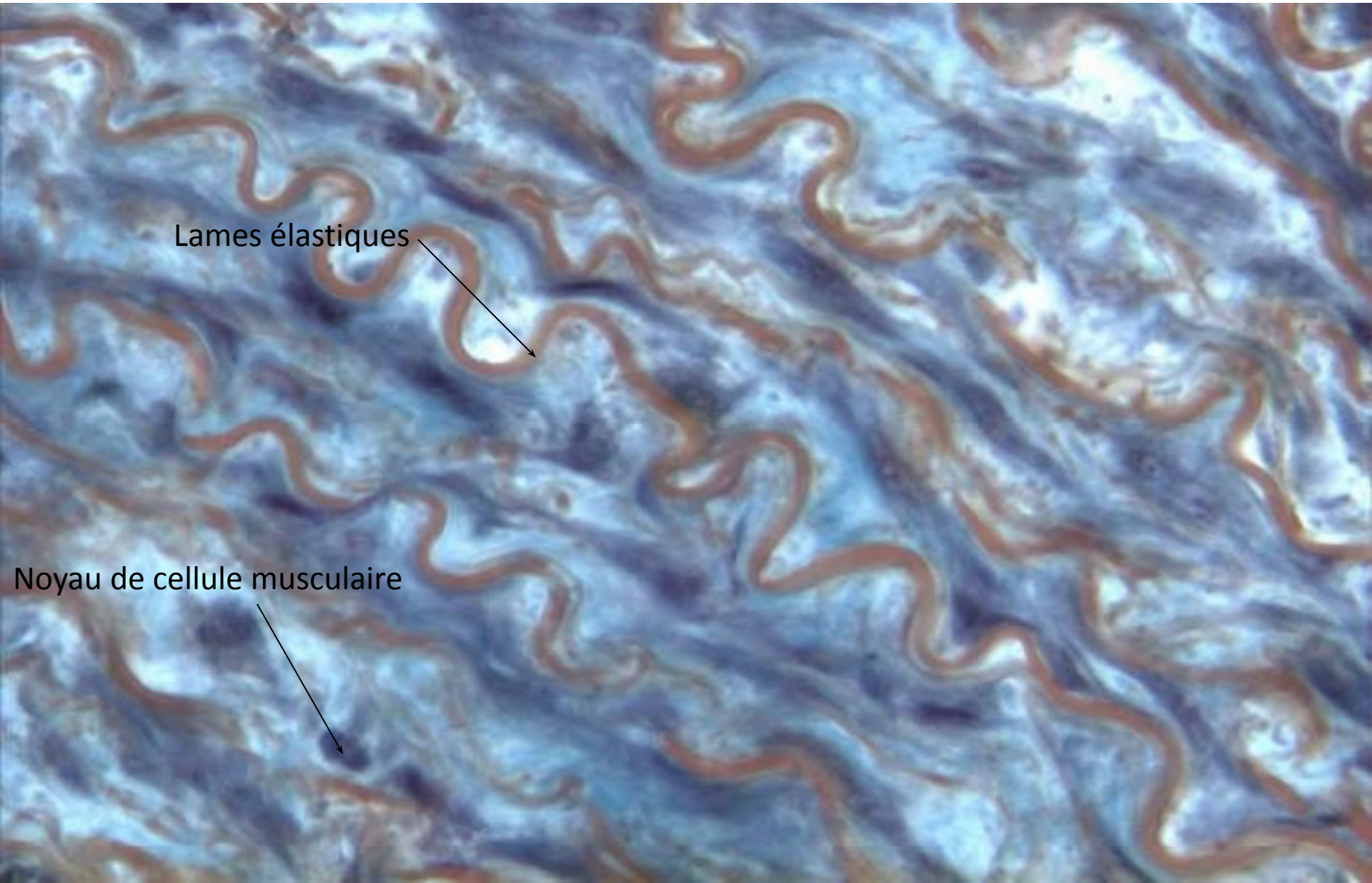
Intima d’une artère élastique en m.o au fort grossissement



L’aorte : artère de type élastique



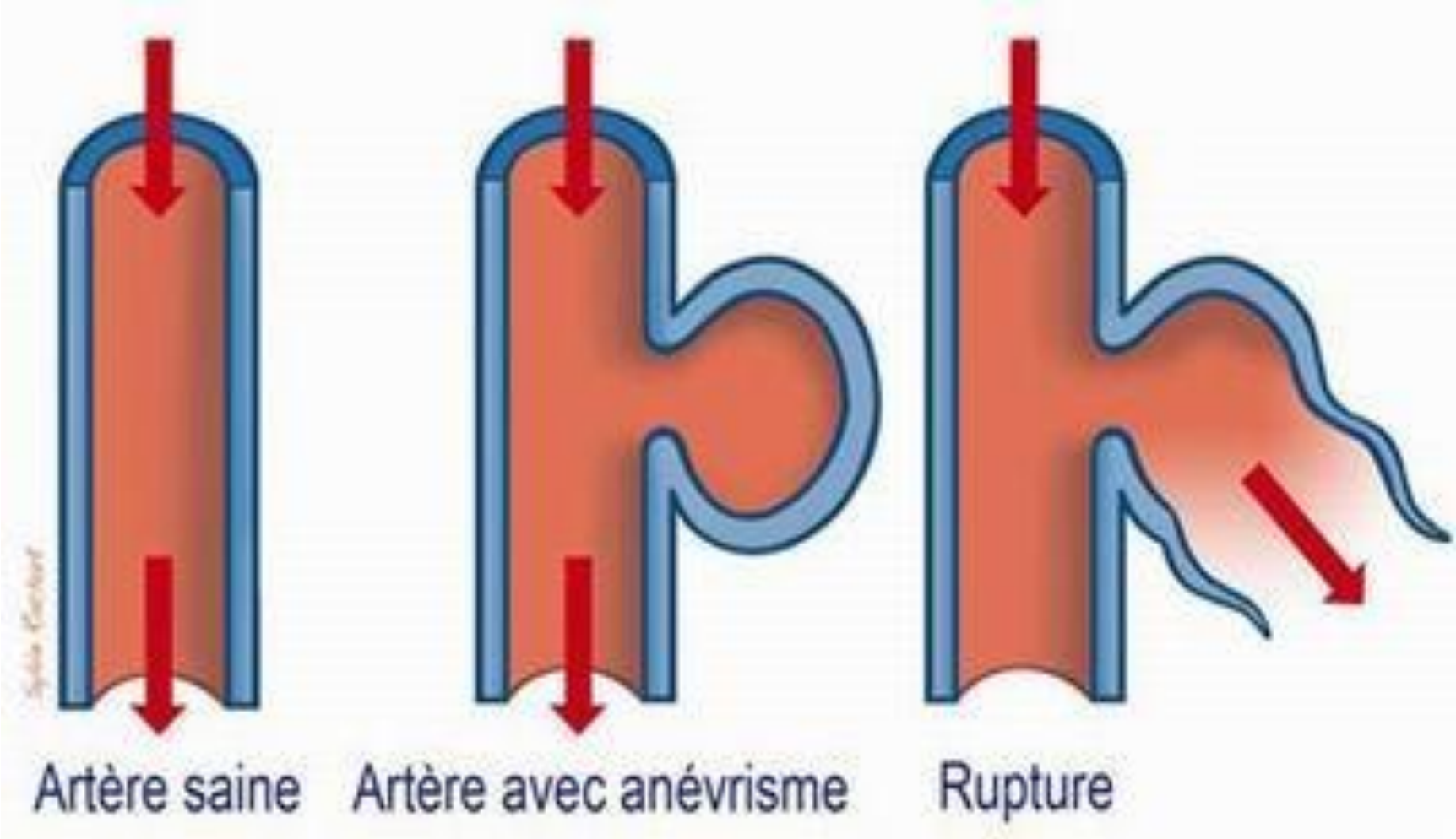
Artère de type élastique en m.o au fort grossissement



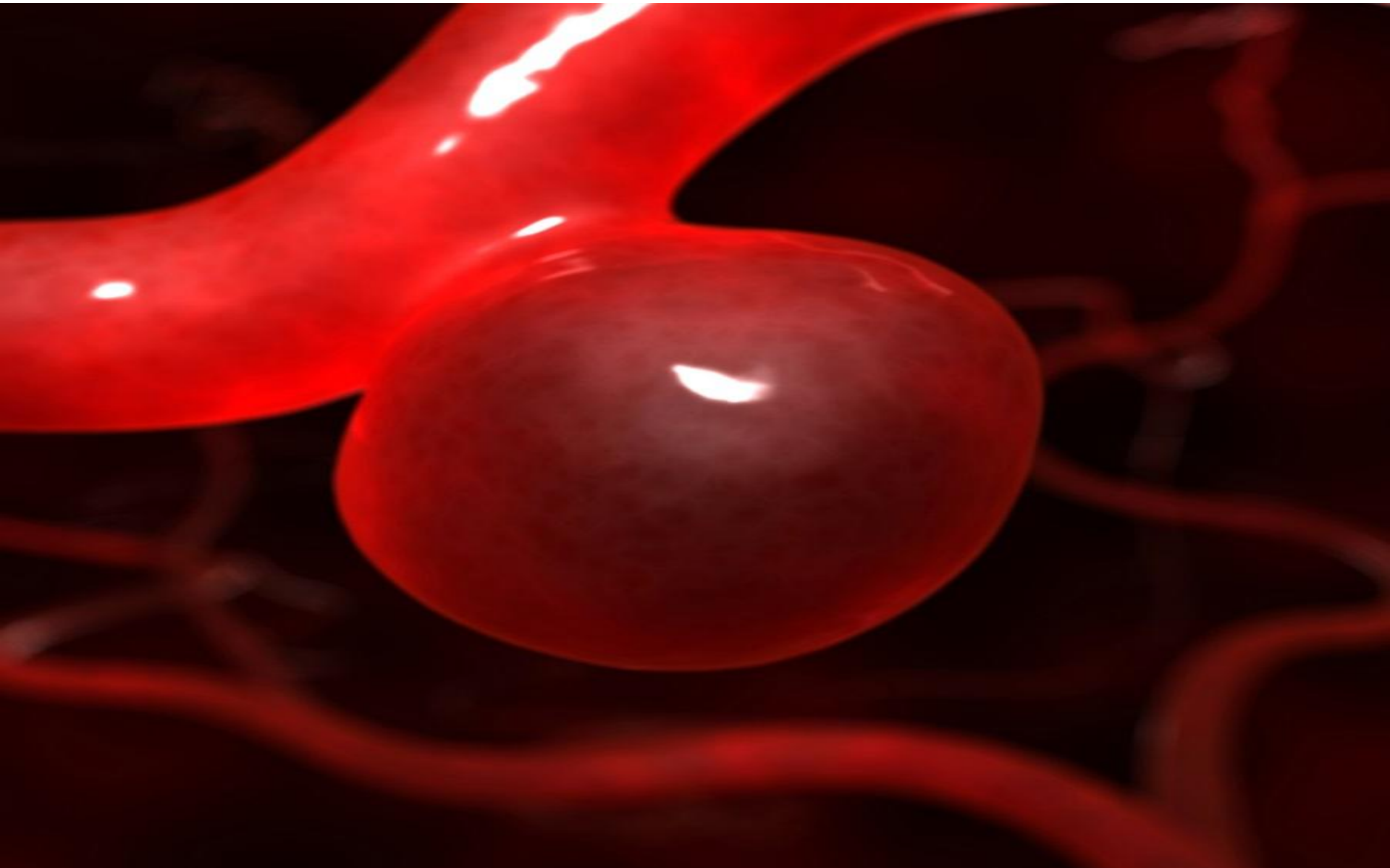
L’anévrysme

Au cours du viellissement la dégénerescence des fibres musculaires lisses ainsi que la destruction des lames élastiques de la média remplacées par de la fibrose peuvent entrainer la formation d’une dilatation permanente de la lumière vasculaire (en général l’aorte), nommée **anévrysme**

ANEVRYSME



L’anévrisme de l’aorte



L'artère de type musculaire

Ce sont des artères de distribution de moyen calibre (2,5 à 7 mm)

Sur une coupe transversale, la paroi observée en microscopie optique au fort grossissement présente:

- Au niveau de l'intima

Un endothélium, une couche sous-endothéliale mince avec quelques fibres élastiques et **une limitante élastique interne**, lame épaisse, formée de grosses fibres élastiques tassées en deux ou trois strates

- Au niveau de la média

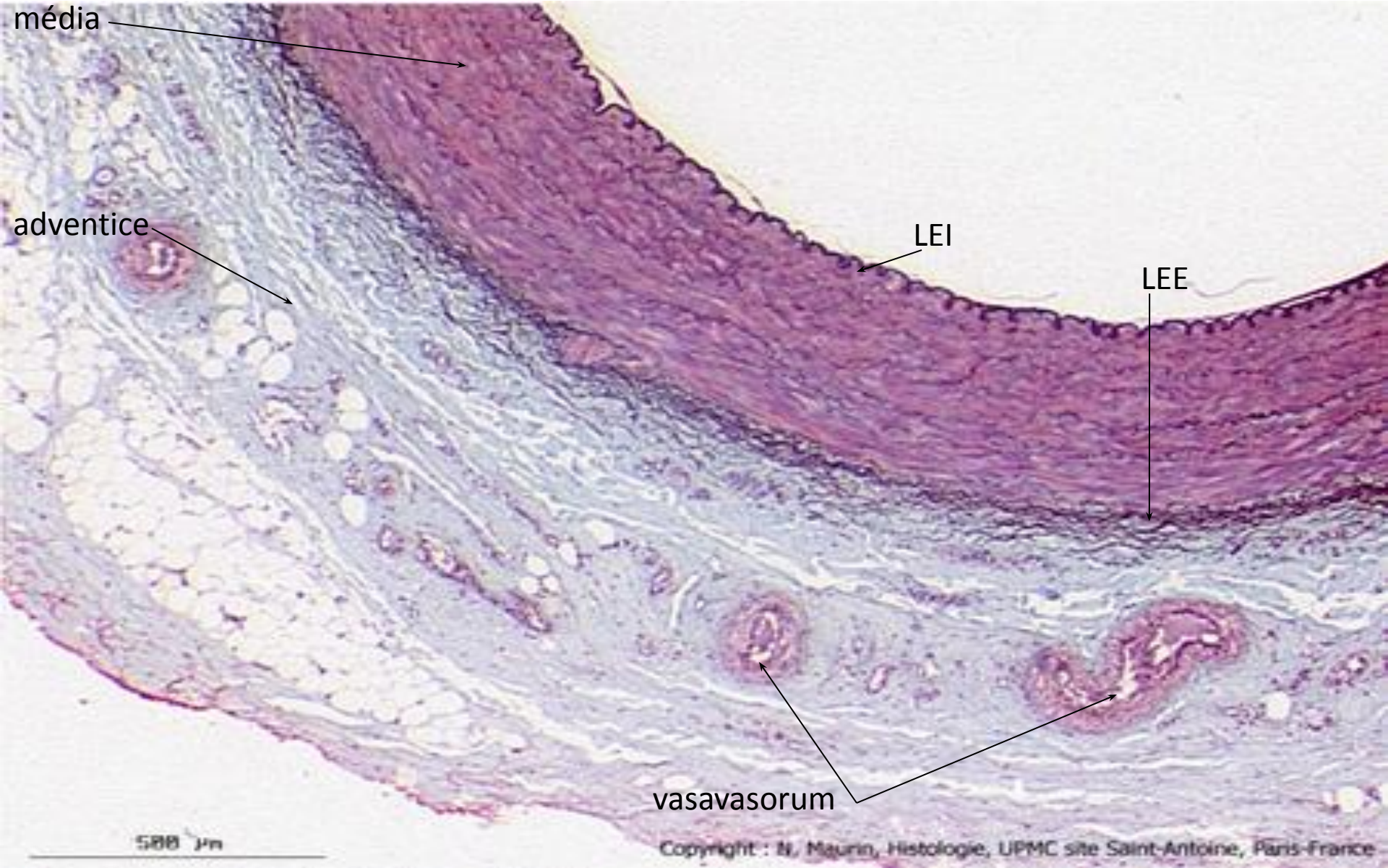
Des fibres musculaires lisses disposées perpendiculairement au grand axe du vaisseau, en plusieurs couches formant une gaine compacte, de rares fibres collagènes et quelques fibres élastiques

- Au niveau de l'adventice

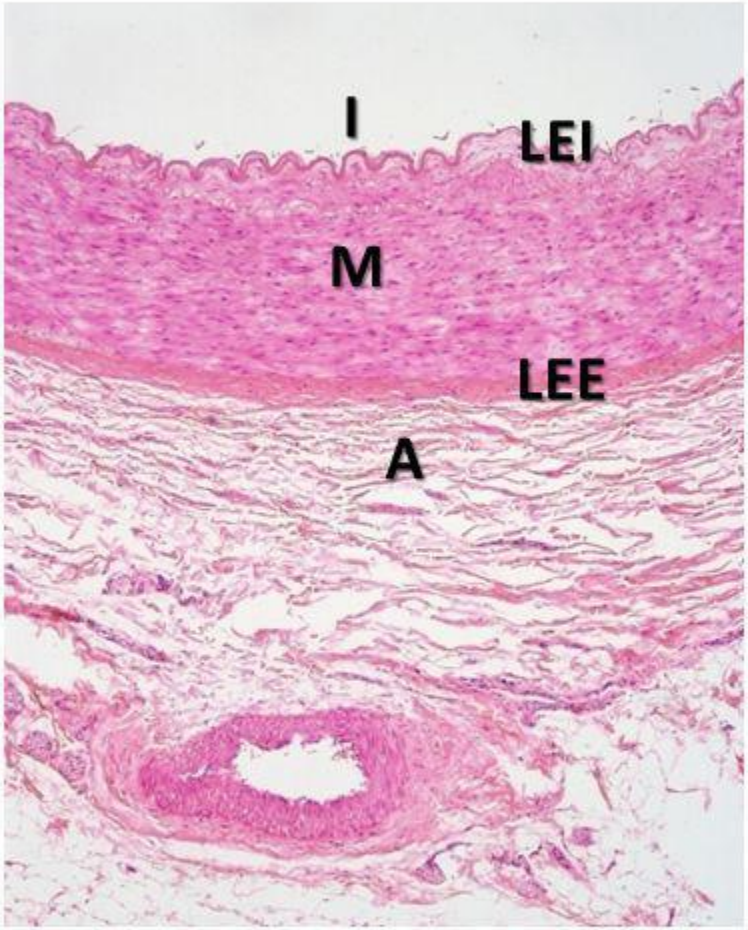
Du tissu conjonctif lâche avec une ou plusieurs lames de fibres élastiques qui se condensent au niveau de la média formant **la limitante élastique externe**, des petits vaisseaux sanguins et des fibres nerveuses

Exemples: artère coronaire, artère bronchique, artère radiale, artère humérale

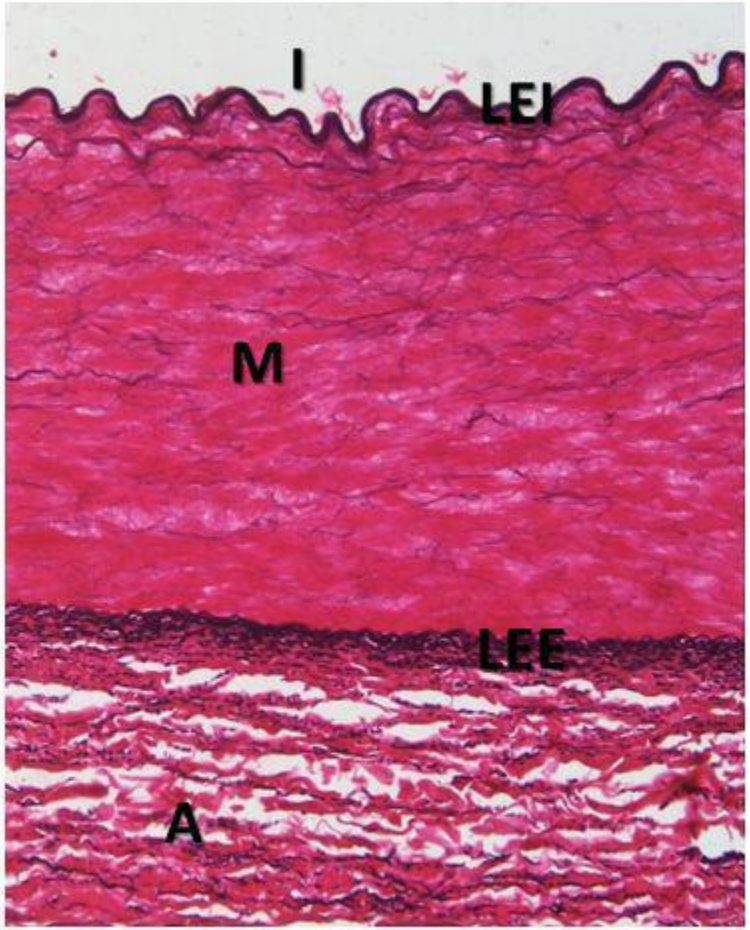
Artètre musculaire
vasa vasorum



Artère musculaire



Hémalun - Eosine



F. élastiques

L’artériole

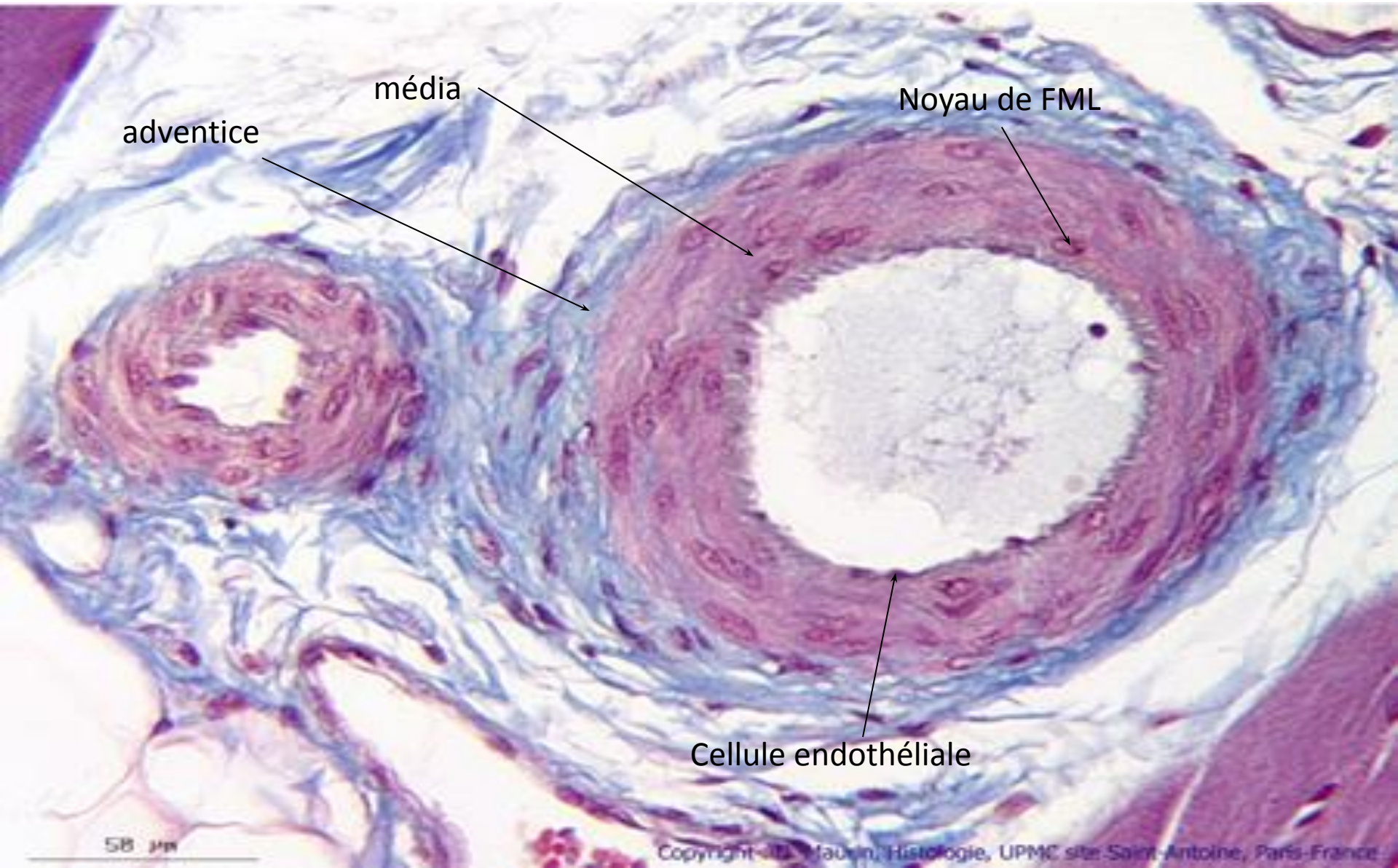
Sur la coupe transversale d’une artériole, la paroi observée en microscopie optique au fort grossissement présente à décrire:
- Une intima mince, comportant un endothélium aplati reposant sur une membrane basale et une limitante élastique interne fragmentaire

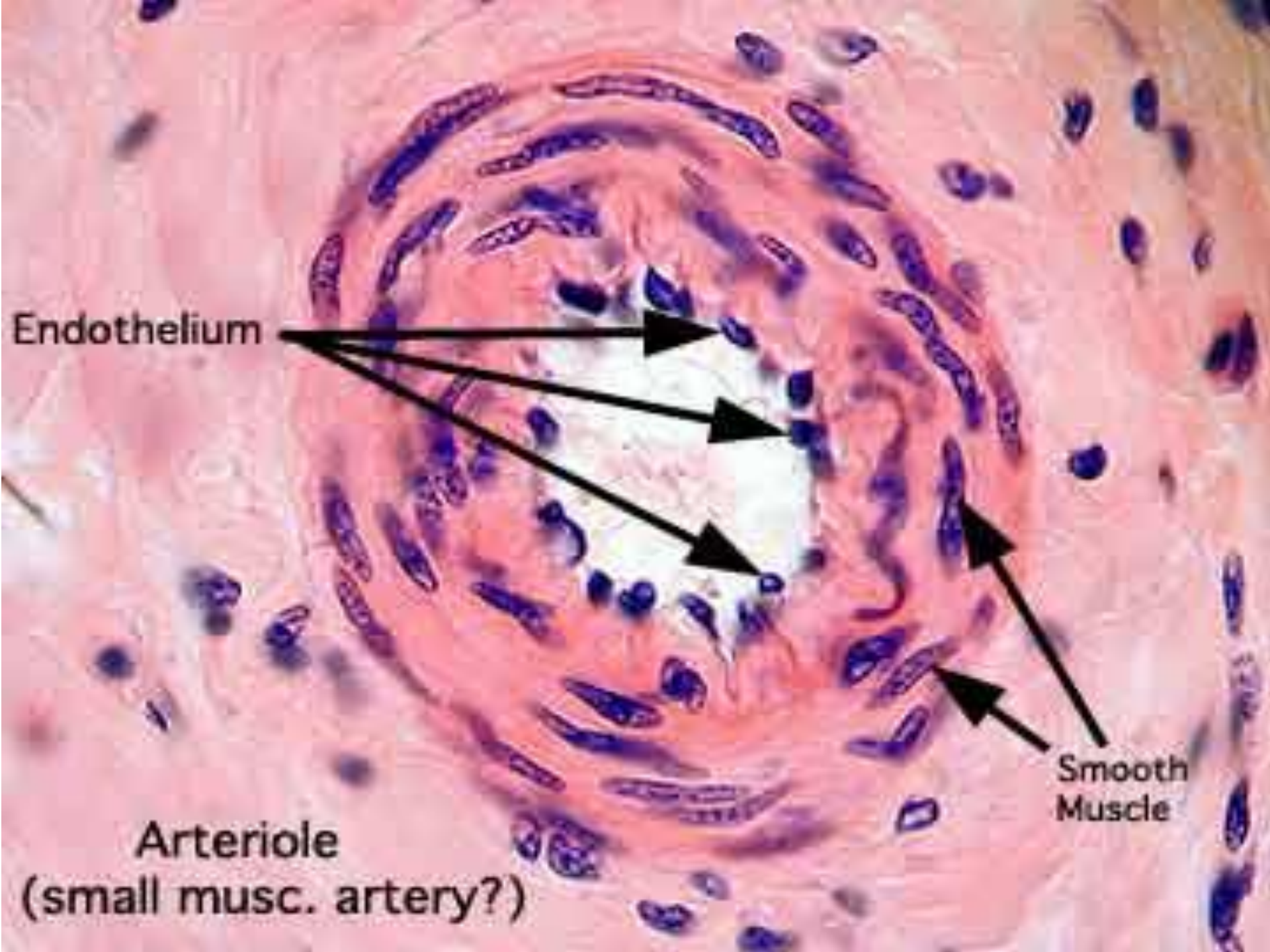
- une média réduite, formée de deux à trois couches de fibres musculaires lisses

- une adventice renfermant un riche réseau de fibres collagènes, des petits vaisseaux sanguins nourriciers et quelques fibres nerveuses

Ce sont les plus petites branches de l’arborisation artérielle. Leur diamètre varie entre 30 à 400µm

ARTERES DE PETIT CALIBRE (m.o faible grossissement)




Endothelium
Smooth Muscle
Arteriole
(small musc. artery?)

Les artérioles terminales et les segments précapillaires ou métartérioles

Par rapport à la paroi artériolaire, la paroi des artérioles terminales et des métartérioles se distingue par les trois caractéristiques suivantes:

- au niveau de l'intima, la limitante élastique interne a disparu

les cellules endothéliales envoient des protrusions qui viennent au contact des cellules musculaires lisses de la média formant ainsi des **jonctions myo-endothéliales**

-au niveau de la média, la couche des fibres musculaires lisses est réduite à une, rarement deux couches

- au niveau de l'adventice mince, les fibres nerveuses amyéliniques offrent des terminaisons qui s'insinuent entre les cellules musculaires de la média formant des zones de **jonction myo-neurales**

Dans la paroi du segment précapillaire, les zones de jonctions myo-neurales et myo-endothéliales sont plus nombreuses ; ce dispositif musculo-endothélial est appelé **sphincter précapillaire**

PLANCHE IV

Artériole et ses terminales

Fig 1: Schéma général d'une artériole et ses terminales (coupe longitudinale)

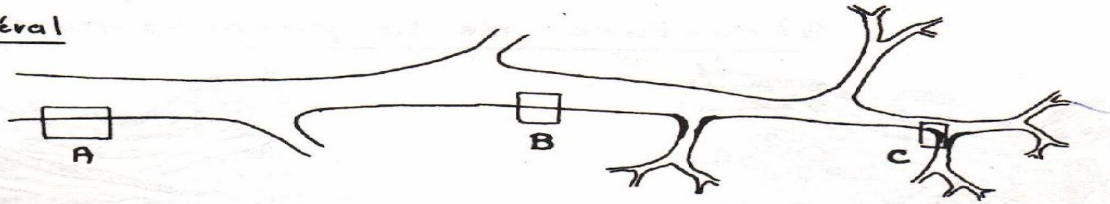
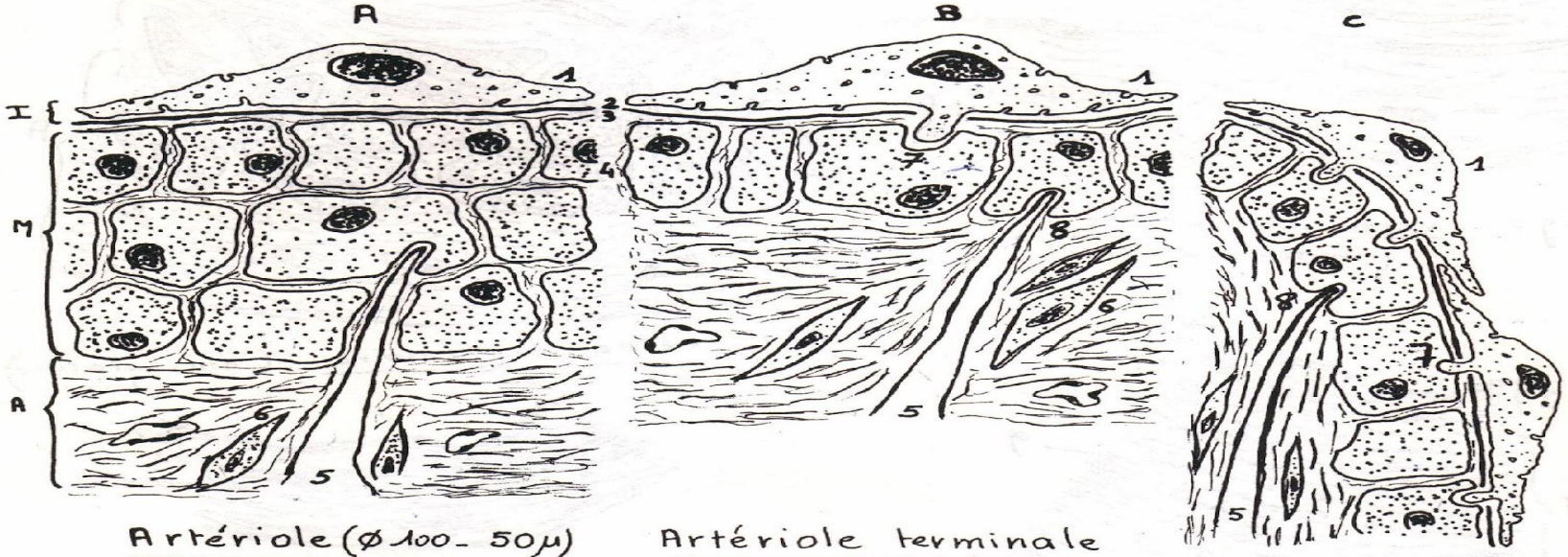


Fig 2: Structure de la paroi artériolaire



Artériole (Ø 100 - 50 µ)

Artériole terminale (Ø 50 - 15 µ)

Sphincter précapillaire (Ø 10 µ)

1 : endothélium

2 : membrane basale sous-endothéliale

3 : limitante élastique interne

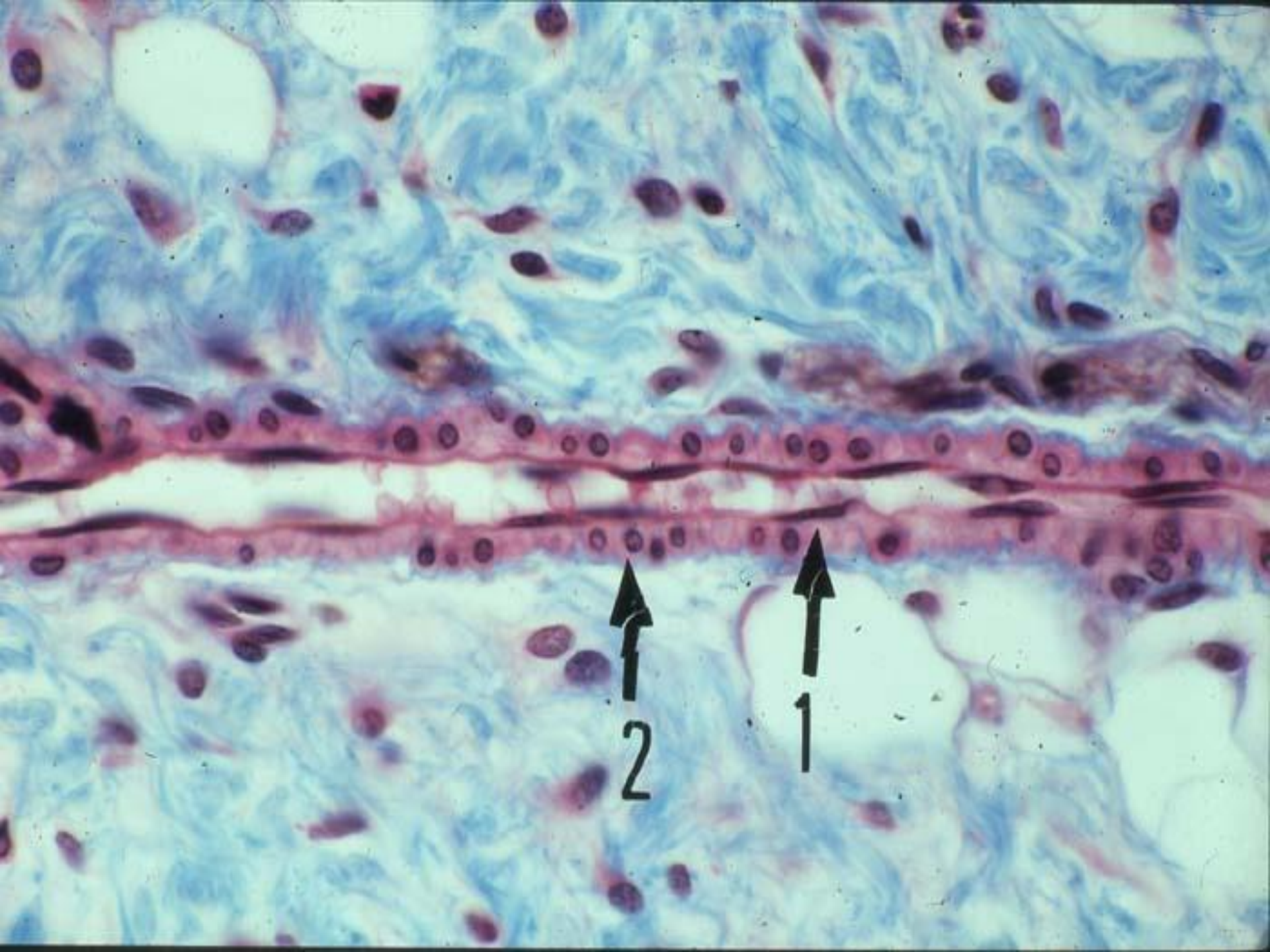
4 : Fibre musculaire lisse

5 : Fibre nerveuse amyélinique.

6 : Fibroblaste

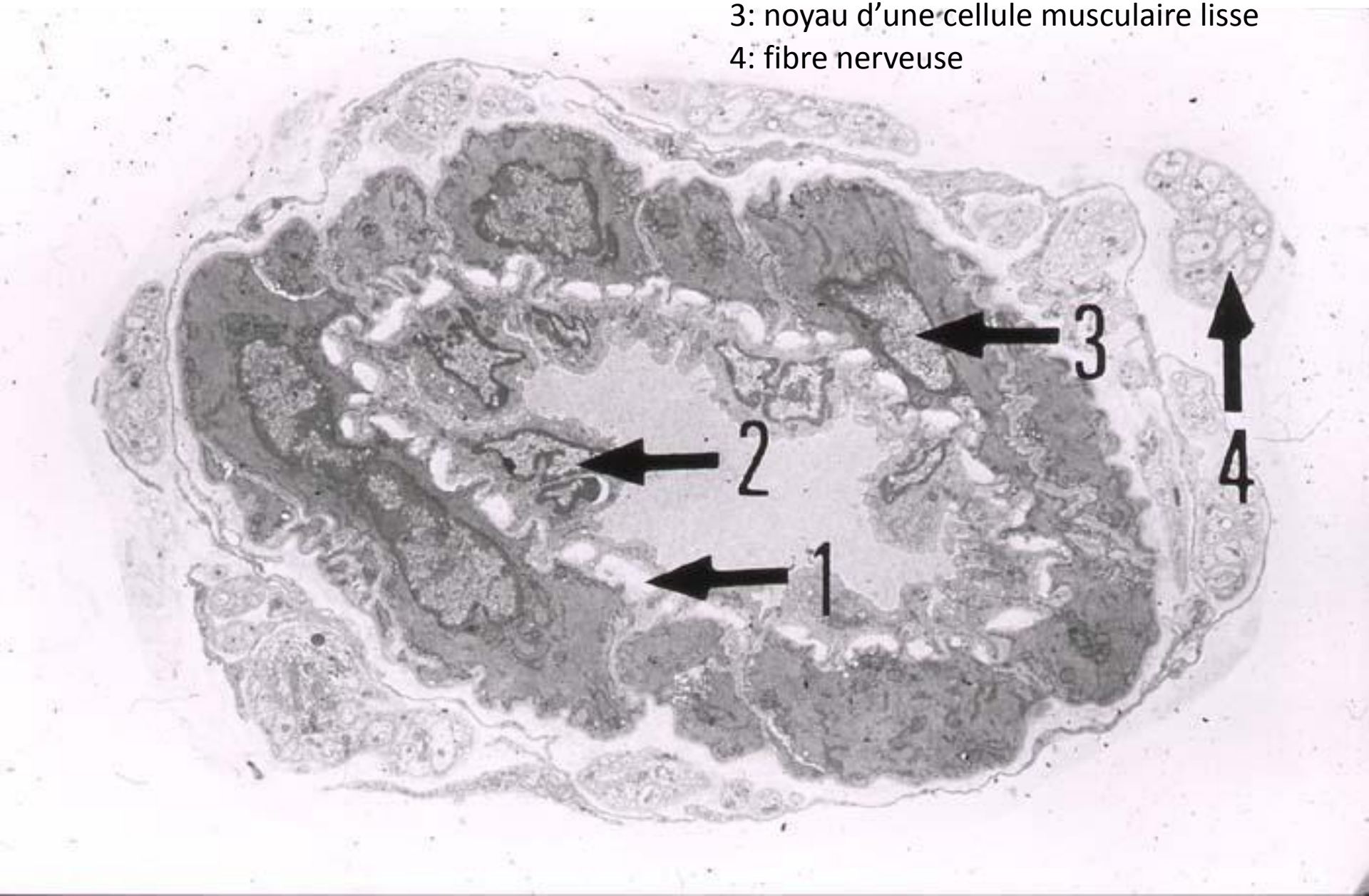
7 : Jonction myo-endothéliale

8 : Jonction myo-neurale


2
1

Artériole en microscopie électronique

1: limitante élastique interne fragmentée
2: noyau de cellule endothéliale
3: noyau d'une cellule musculaire lisse
4: fibre nerveuse



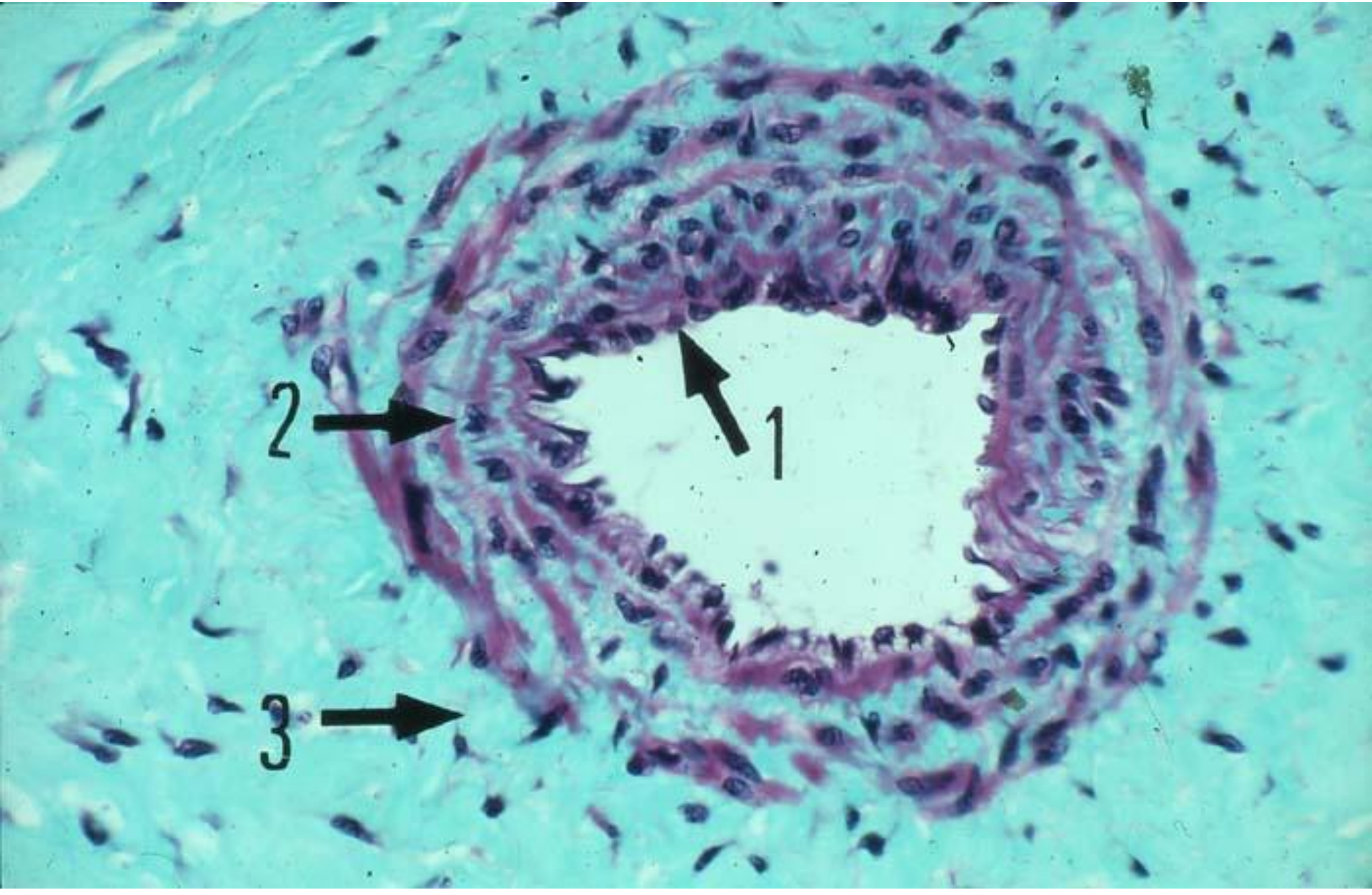
Les veines

Sur une coupe transversale d'une veine, la paroi observée en microscopie optique au fort grossissement permet de reconnaitre:

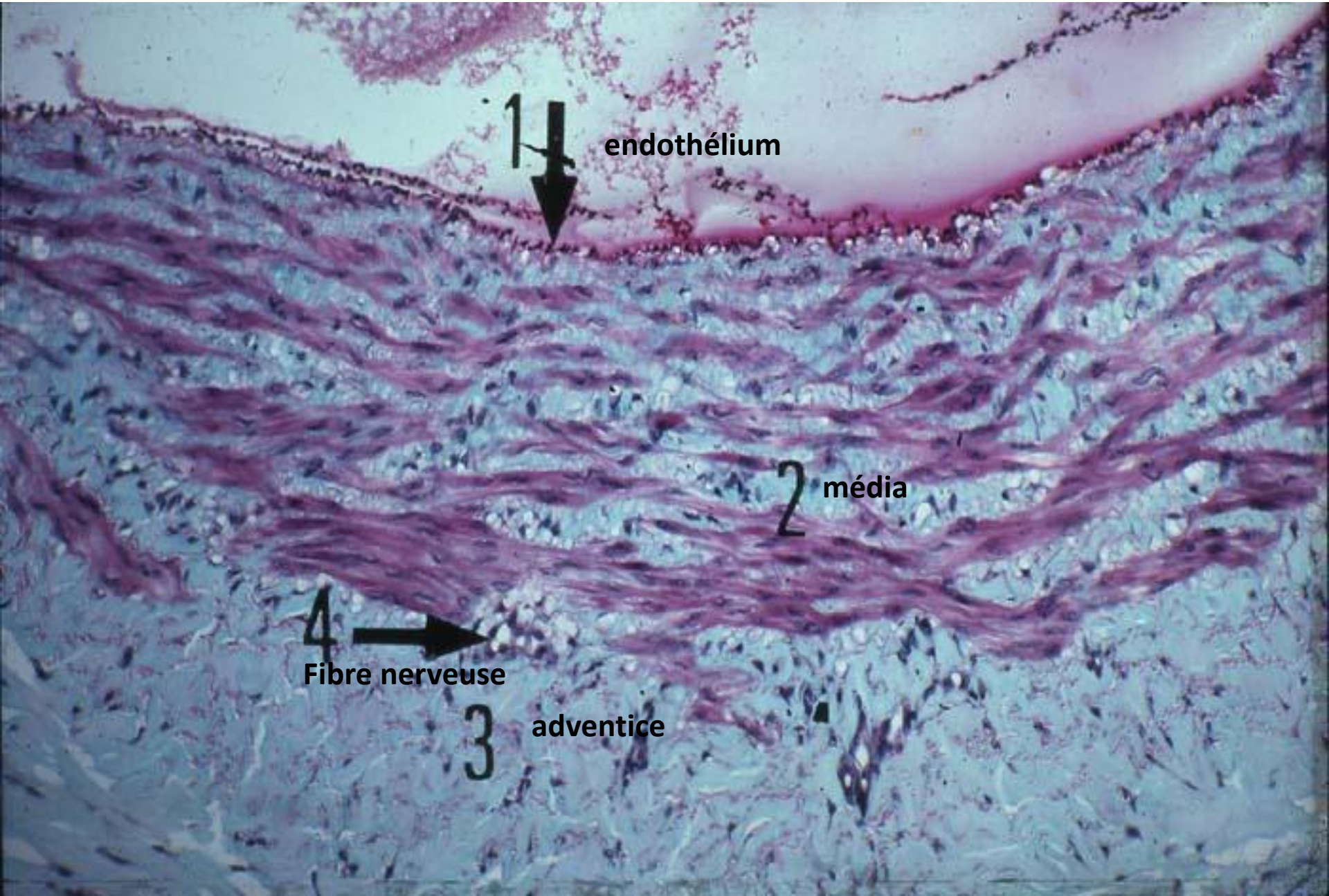
- au niveau de l'intima: un endothélium formé d'une assise de cellules polygonales de petites taille et une couche sous endothéliale, réduite, formée de tissu conjonctif lâche
- au niveau de la média: des faisceaux de fibres musculaires lisses entrecoupés par des cloisons conjonctives abondantes
- au niveau de l'adventice, épaisse, des faisceaux collagènes longitudinaux, quelques fibres élastiques , des vasa-vasorum et des fibres nerveuses

Bien que possédant trois tuniques, celles-ci sont moins bien démarquées que dans les artères. Il est souvent difficile d'identifier la limite entre deux tuniques

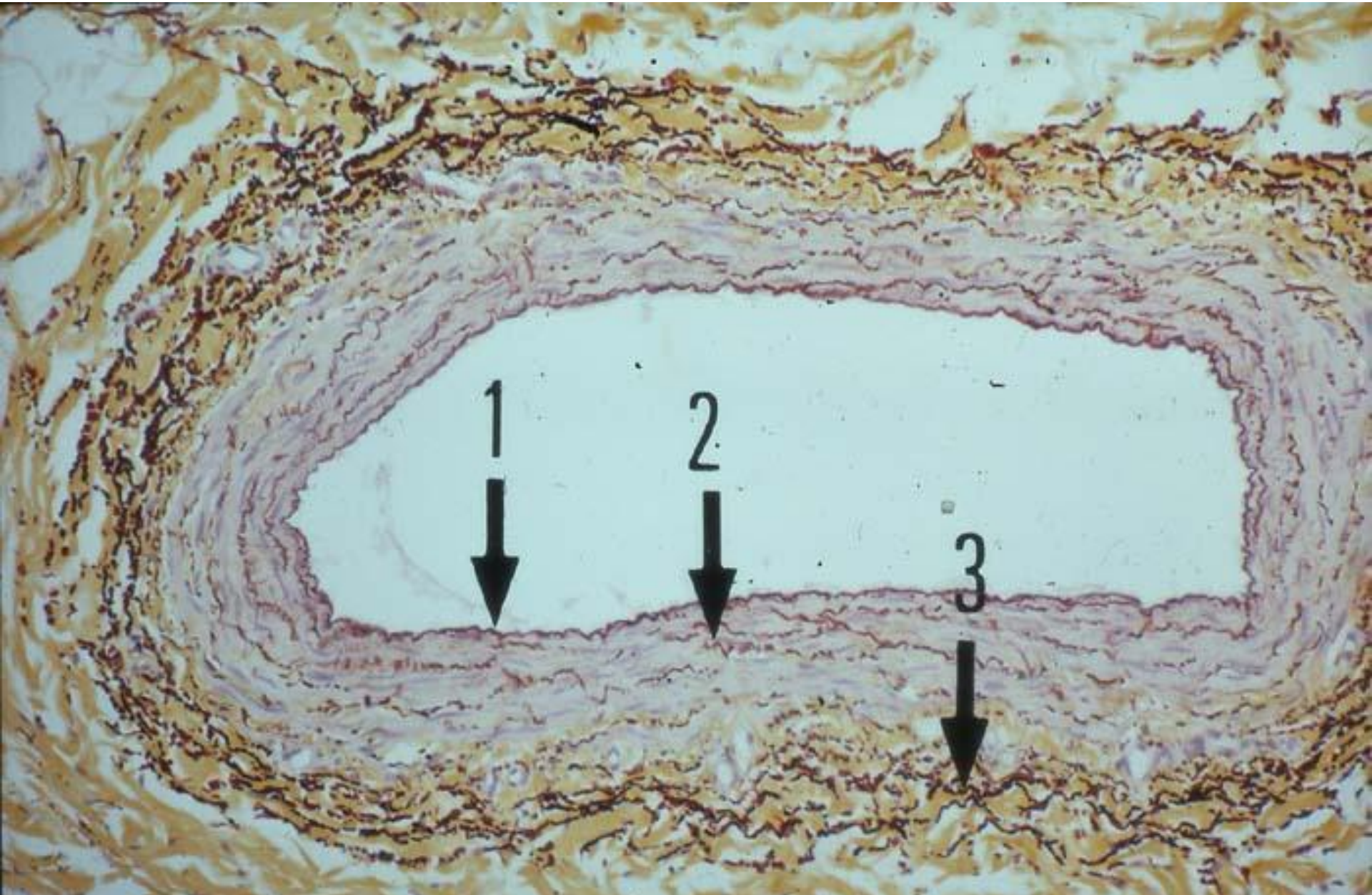
Veine en coupe transversale



Détail d’une veine



Composantes élastiques d’une veine



Les différents types de veines et veinules

1/ les veines musculaires. Leur paroi est caractérisée

- soit par une musculature lisse au niveau de la média, c'est le cas des veines à musculature lisse. Elles constituent le secteur le plus étendu du système veineux
- soit par une musculature striée au niveau de l'adventice, c'est le cas des veines à musculature striée. Elles constituent le segment juxta-cardiaque des veines caves et pulmonaire.

2/ Les veines fibreuses. Leur paroi se caractérise par une intima doublée d'une lame conjonctivo-fibreuse, c'est le cas des veines intra-crâniennes, indéformables

3/ Les veines fibro-élastiques. Leur paroi se distingue par la présence de lames élastiques rubanées et des faisceaux collagènes disposés en plan concentriques. Elles sont localisées à l'étage supra-cardiaque: veines jugulaires et axillaires. Ce sont des veines propulsives.

4/ Les veinules. Elles ont une paroi mal individualisée, on leur reconnaît: un endothélium, une couche conjonctivo-élastique renfermant quelques fibres musculaires lisses plus ou moins abondantes selon le diamètre de la veinule

PLANCHE - V -

VEINES

Structure de la paroi veineuse

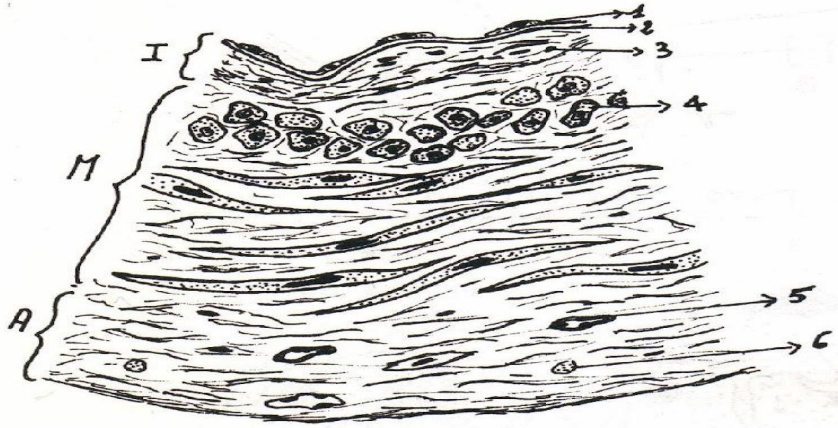


Fig 1 : veine musculaire (musculature lisse)

coupe transversale (MO. - FG)

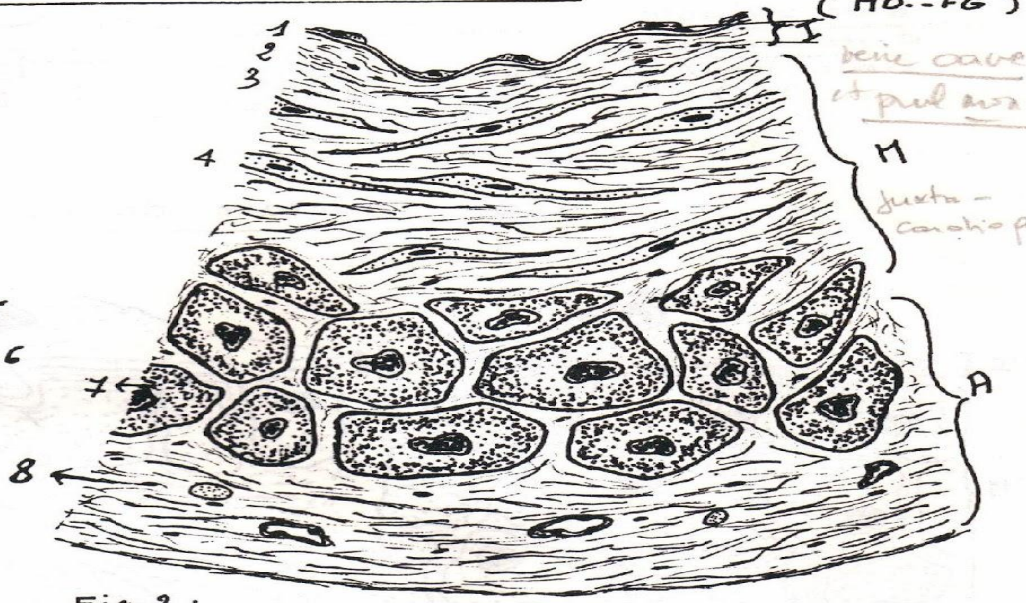


Fig 2 : veine musculaire (musculature striée)

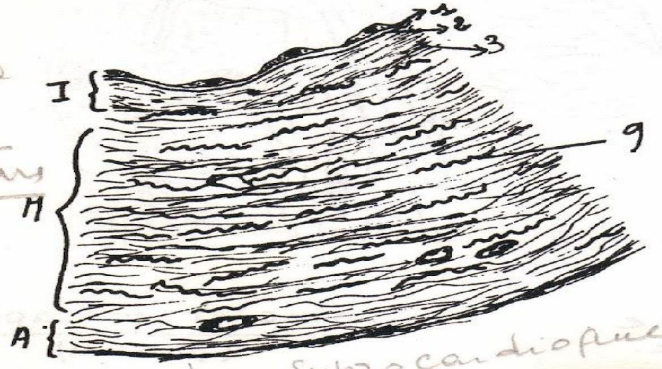


Fig 3 Veine Fibro-élastique

Fig 4 veine Fibreuse

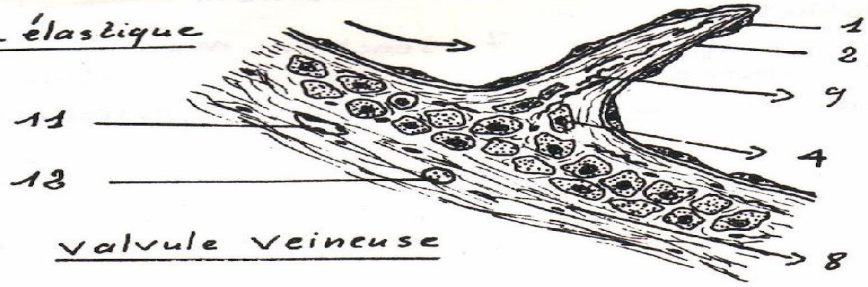
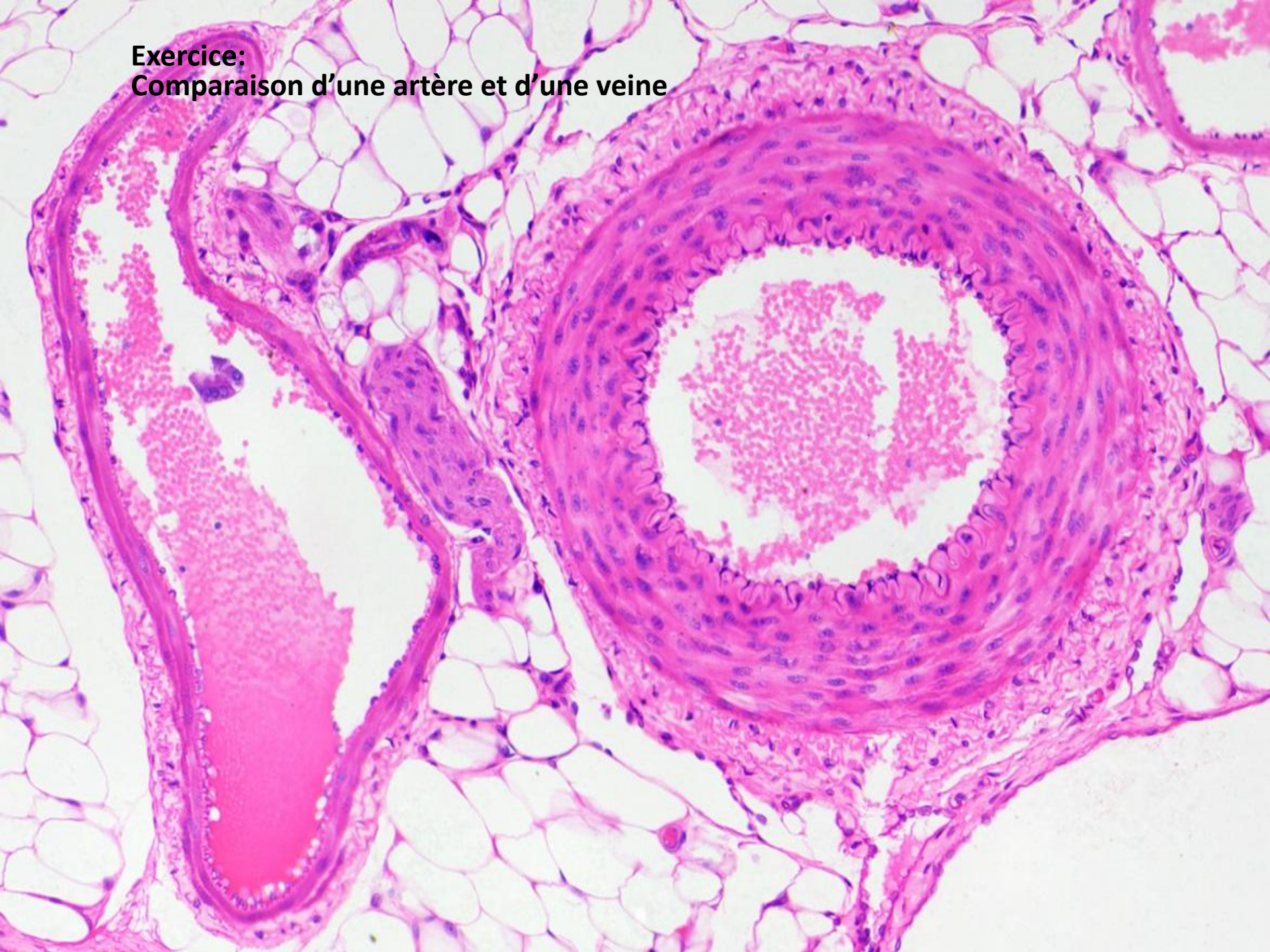
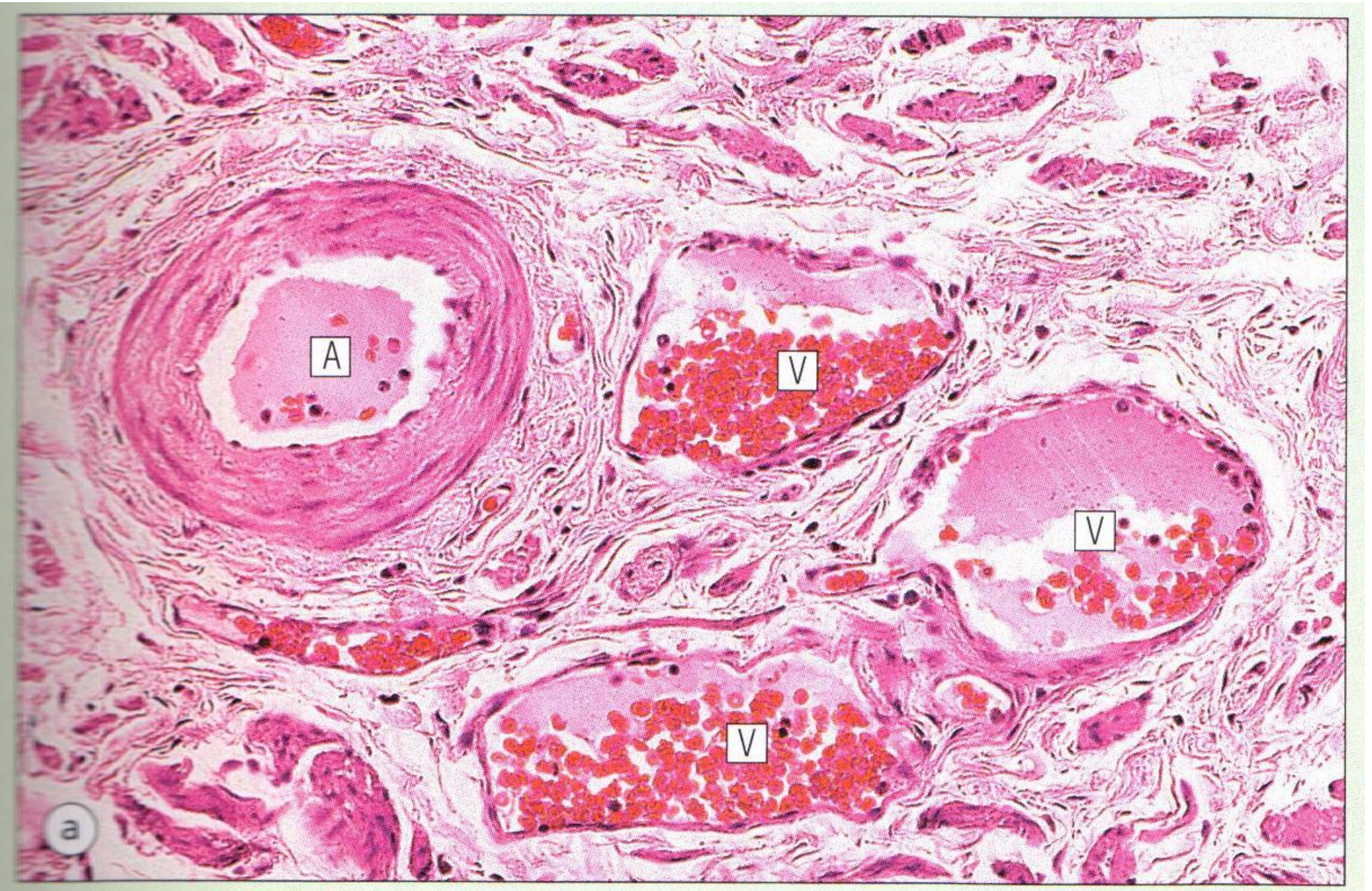


Fig 5 : Valvule veineuse

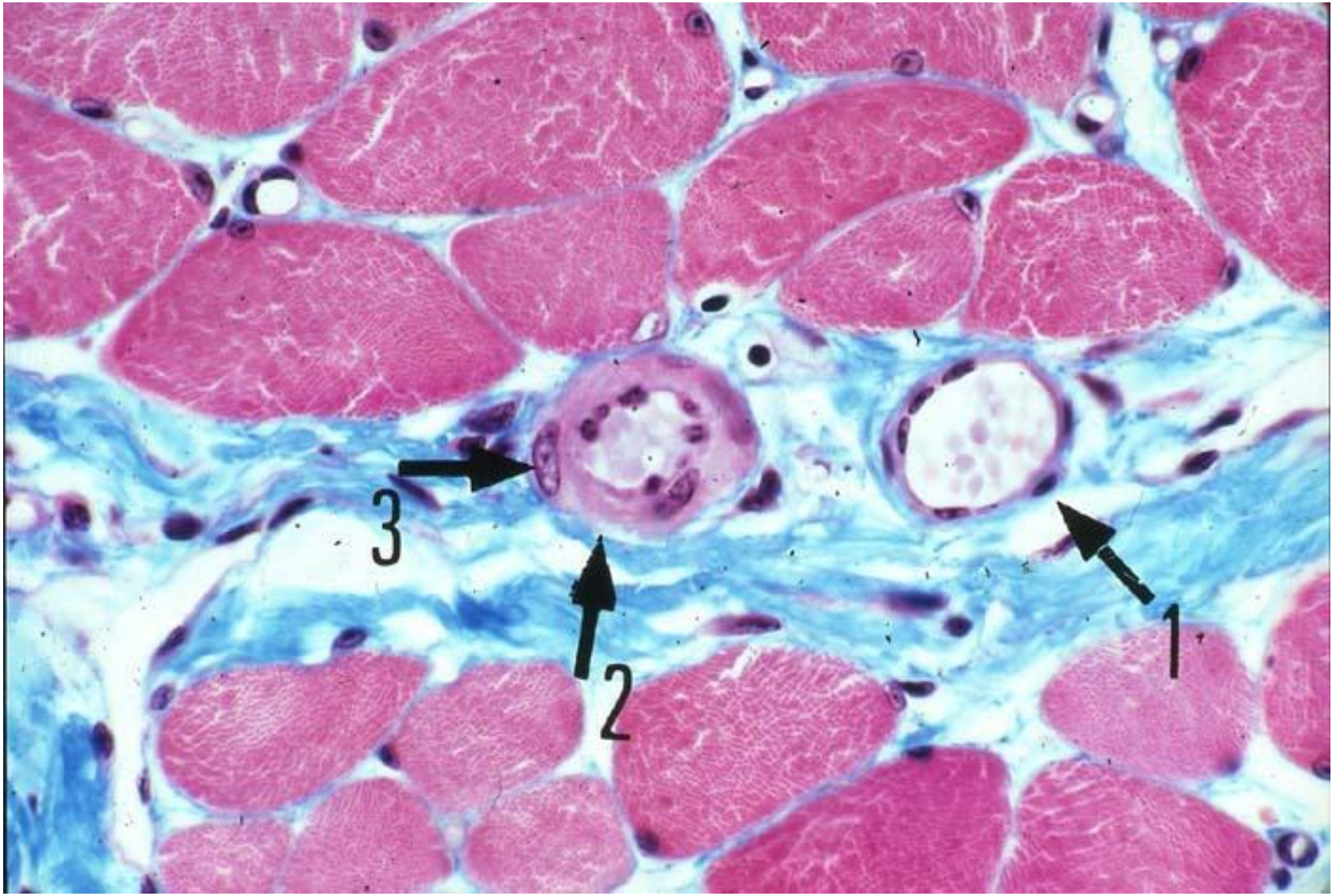
Exercice:
Comparaison d'une artère et d'une veine



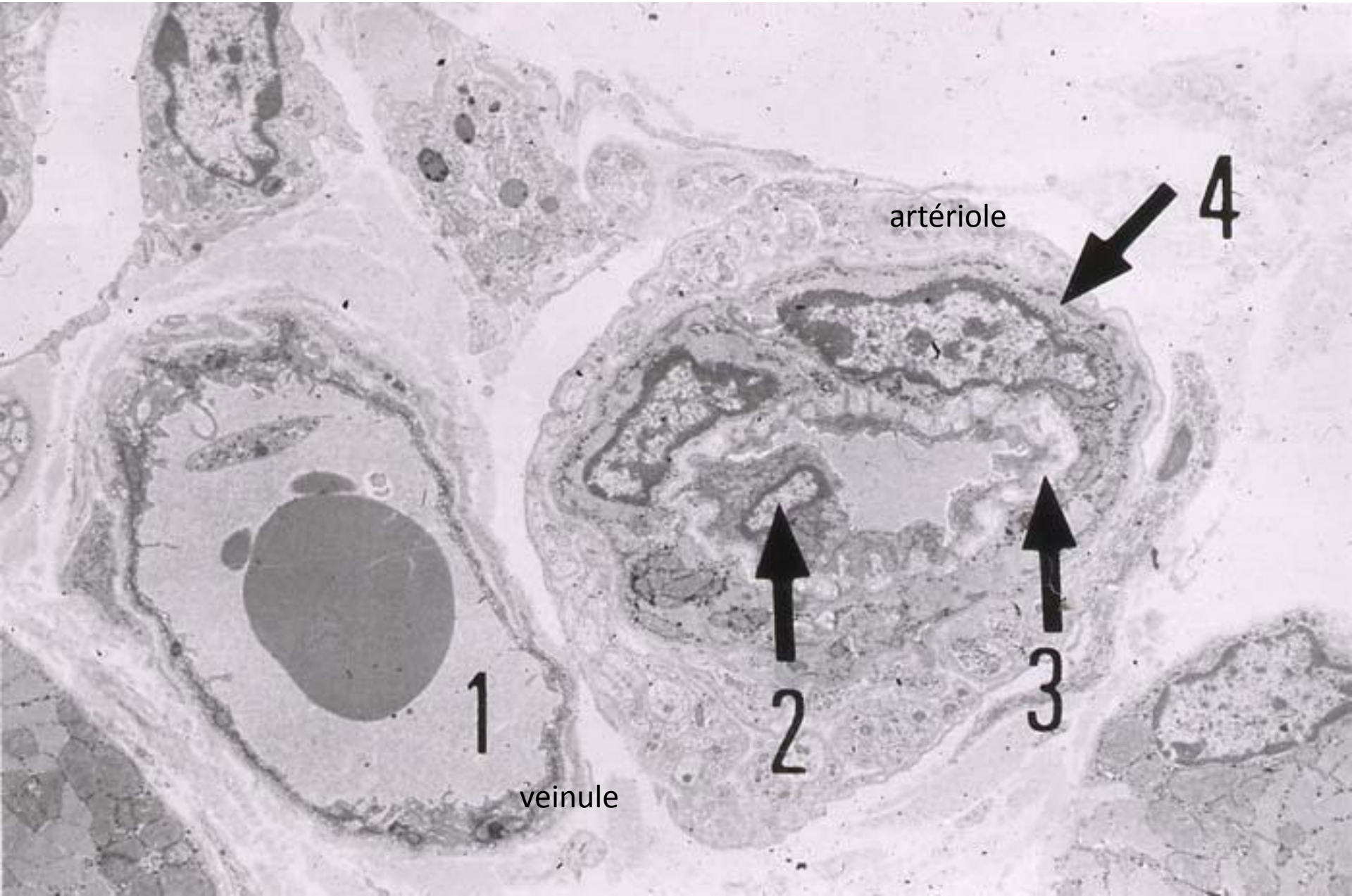
Artére et veines de faible diamètre



Comparaison d’une artériole et d’une veinule



Artériole et veinule en M.E

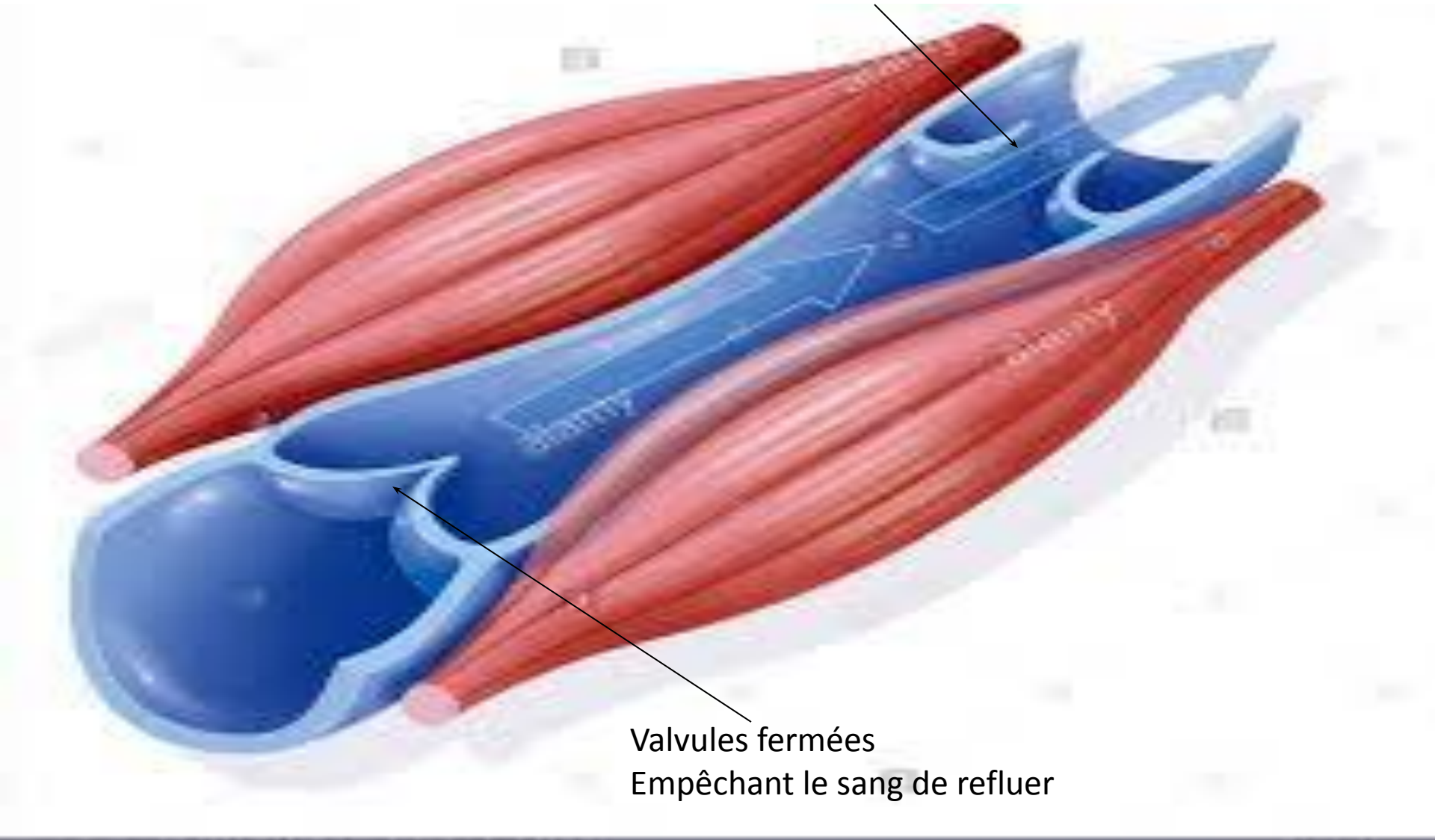


Les valvules

Les grosses veines de la partie inférieure du corps sont munies de valvules disposées par paires et adossées par leur face médiane. Ces valvules empêchent le reflux de sang.

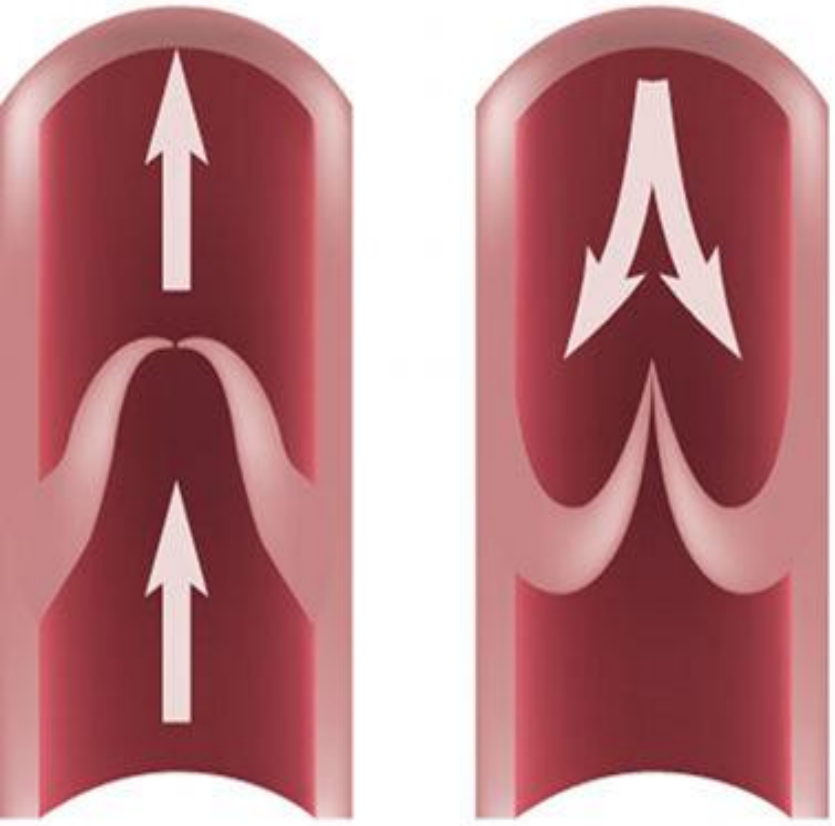
Elle sont formées par un repli de l'intima qui recouvre un axe conjonctivo-élastique dense avec quelques fibres musculaires lisses provenant de la média et orientées perpendiculaires à l'axe du vaisseau.

Valvules ouvertes
Le sang circule dans la bonne direction

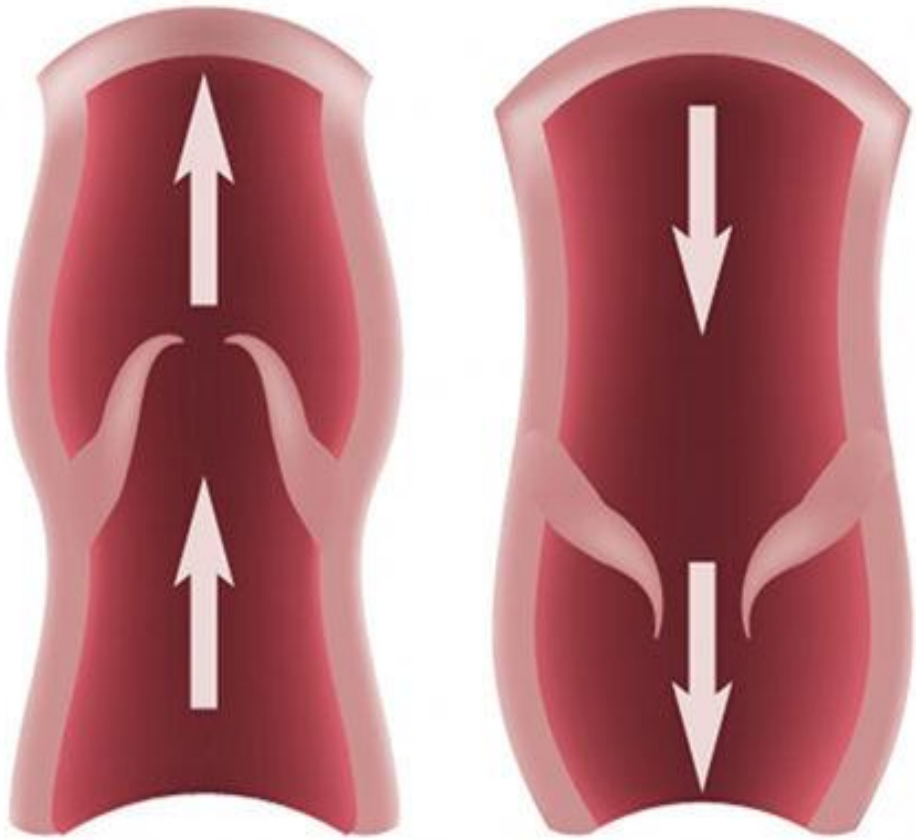


Valvules fermées
Empêchant le sang de refluer

alamy stock photo



Vena normal



Variz (vena varicosa)

Les capillaires sanguins

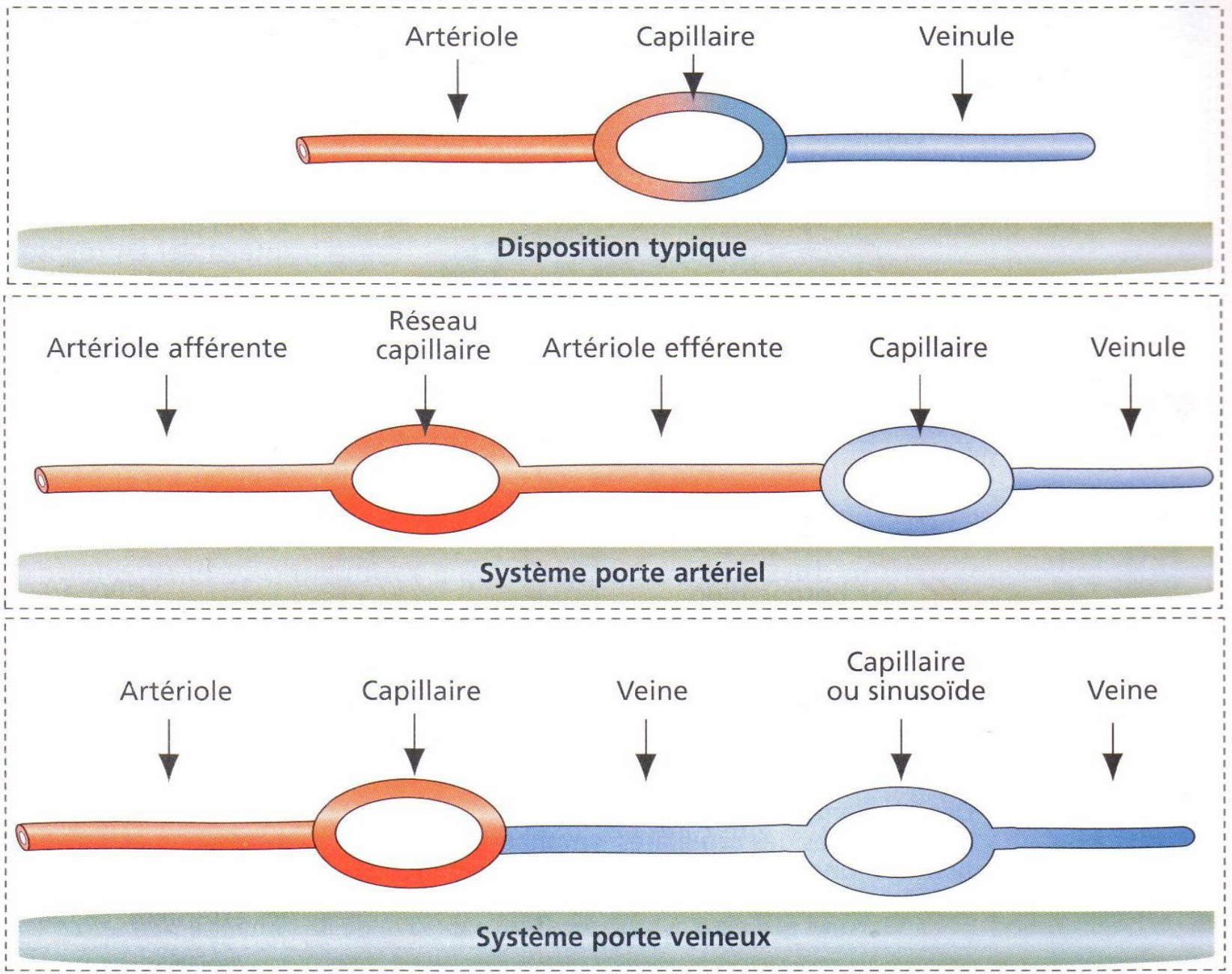
Les capillaires sanguins sont des vaisseaux de calibre microscopique(5à30µ de diamètre) anastomosés en réseaux. Ils sont le siège des échanges entre le sang et les tissus et assurent essentiellement un rôle nourricier.

En fonction de leur situation dans le territoire vasculaire, artériel et veineux, les réseaux se classent en trois catégories:

1/ le réseau capillaire intercalé entre une artériole et une veinule. Exemple le réseau capillaire pulmonaire

2/ le réseau porte-artériel intercalé entre une artériole afférente et une artériole efférente. Exemple le glomérule du corpuscule de Malpighi

3/ le réseau porte-veineux intercalé entre une veinule afférente et une veinule efférente. Exemple le réseau porte hépatique ente les veines centro-lobulaires et la veine porte


Artériole
Capillaire
Veinule
Disposition typique
Artériole afférente
Réseau capillaire
Artériole efférente
Capillaire
Veinule
Système porte artériel
Artériole
Capillaire
Veine
Capillaire ou sinusoïde
Veine
Système porte veineux

Structure des capillaires en microscopie optique

Sur le plan histologique on distingue deux sortes de capillaires
cf schéma ci-dessous :

1/ **les capillaires typiques** représentés par

- capillaires de jonctions unissant l'artériole à la veinule
- les capillaires vrais nés de l'artériole ou du capillaire de jonction

La paroi de ces capillaires typiques, observée au microscope optique au fort grossissement, comprend:

- un endothélium formé de cellules aplaties dont le noyau fait saillie dans la lumière vasculaire
- une membrane basale de nature mucopolysaccharidique , doublée parfois de fibres de réticuline
- des formations périthéliales comprenant des cellules méchenchymateuses au sein d'un feutrage de fibres de réticuline

2/ **les capillaires atypiques** représentés par:

- les capillaires embryonnaires ayant une paroi syncytiale
- les capillaires sinusoïdes à paroi discontinue et dépourvu de membrane basale

PLANCHE VI — CAPILLAIRES SANGUINS

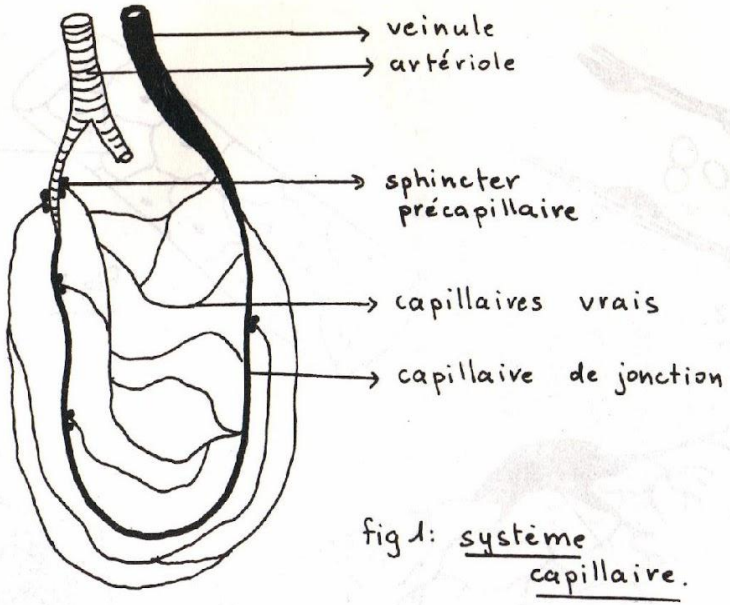


fig 1: système capillaire.

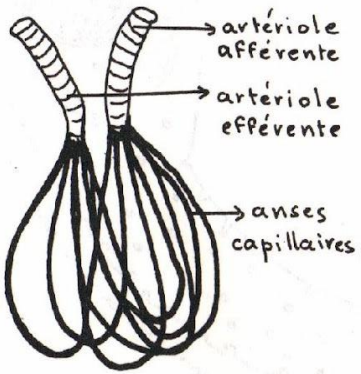


fig 2: système porte artériel (Rein)

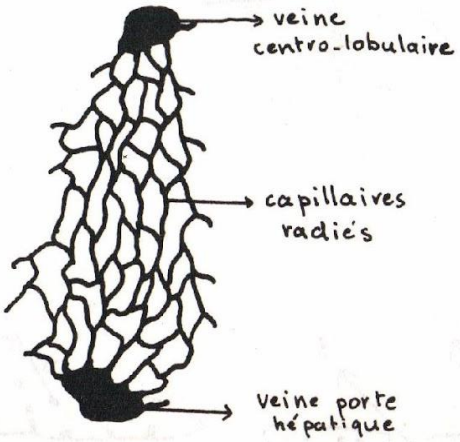


fig 3: système porte veineux (Foie)

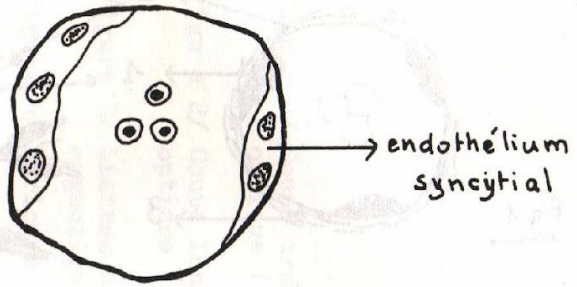


fig 4: capillaire embryonnaire

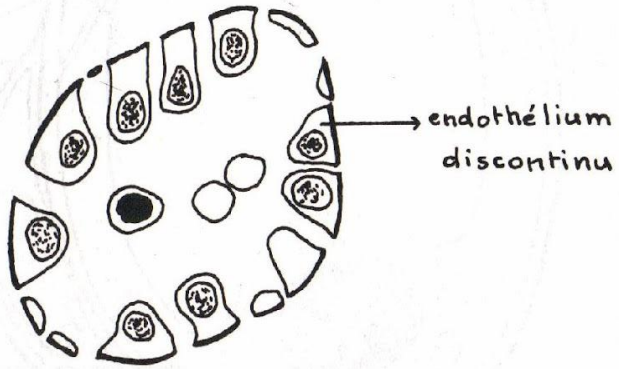


fig. 5: capillaire sinusoïde

Structure des capillaires en microscopie électronique

Ce sont les plus petits vaisseaux du système circulatoire(5à10µm)

Sur une coupe transversale d'un capillaires sanguin typique la paroi offre à décrire:

1/ un endothélium dont les cellules montrent une matrice cytoplasmique pauvre en organites et une membrane plasmique présentant de nombreuses invaginations à l'origine de microvésicules de pinocytose. Il est continu mais peut être discontinu par la présence de pores libres ou fenêtrés.

2/ une membrane basale continue , dense, amorphe ou granuleuse, séparée de l'endothélium par un espace dit « espace péricapillaire »,

3/ des cellules périphériques allongées, en étroit rapport avec les capillaires, de nature contractile appelées **péricytes**

PLANCHE VII — Capillaires typiques

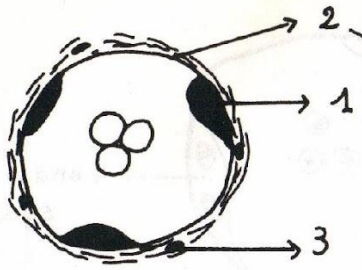


Fig 1.

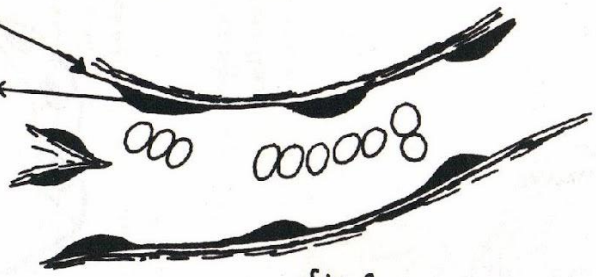


Fig 2.

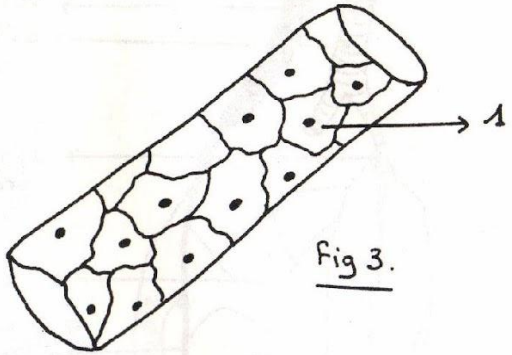


Fig 3.

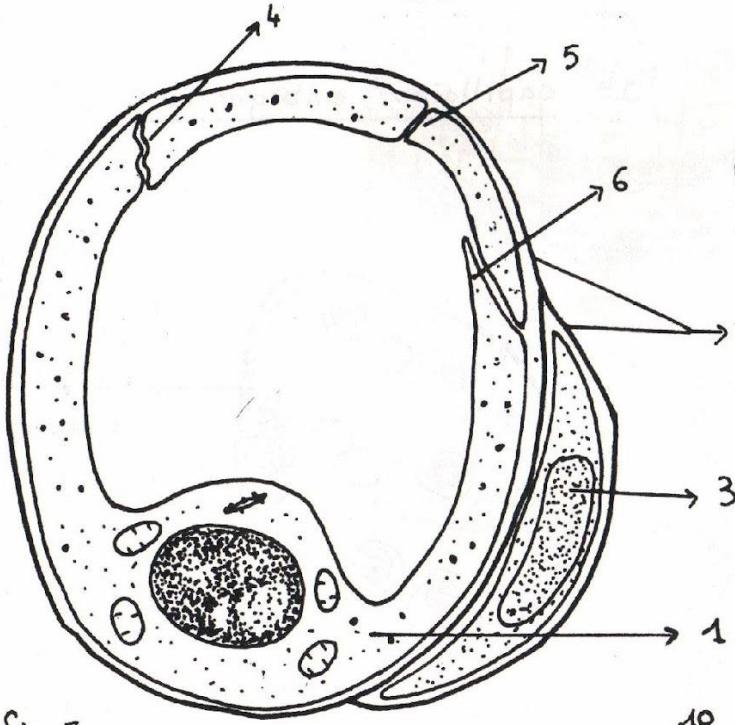


Fig 5

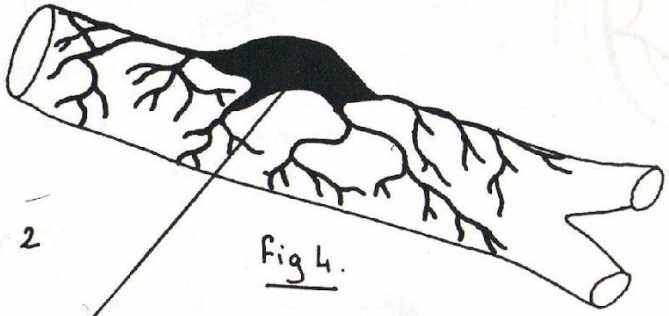
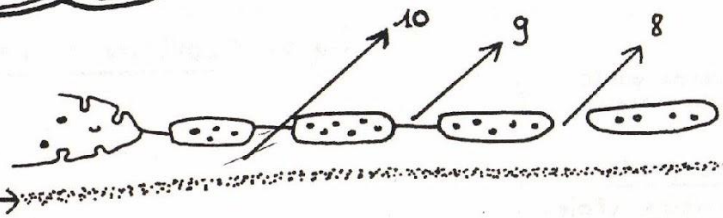


Fig 4.



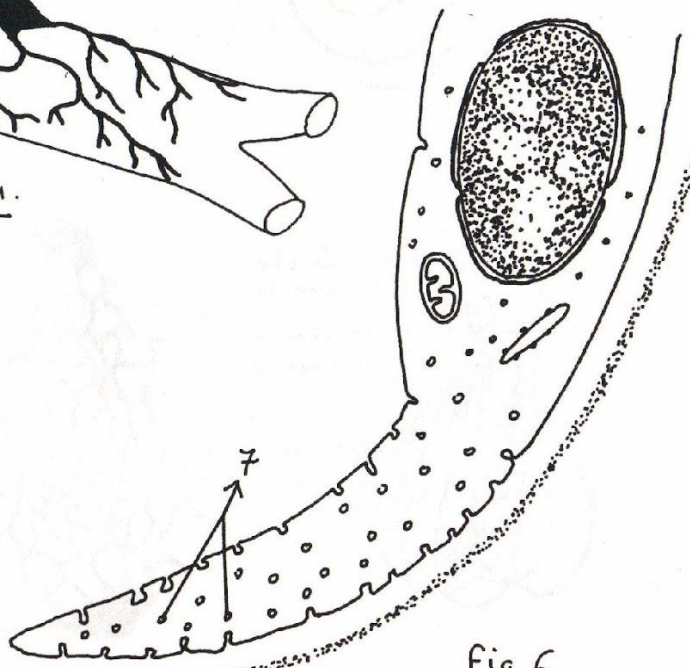
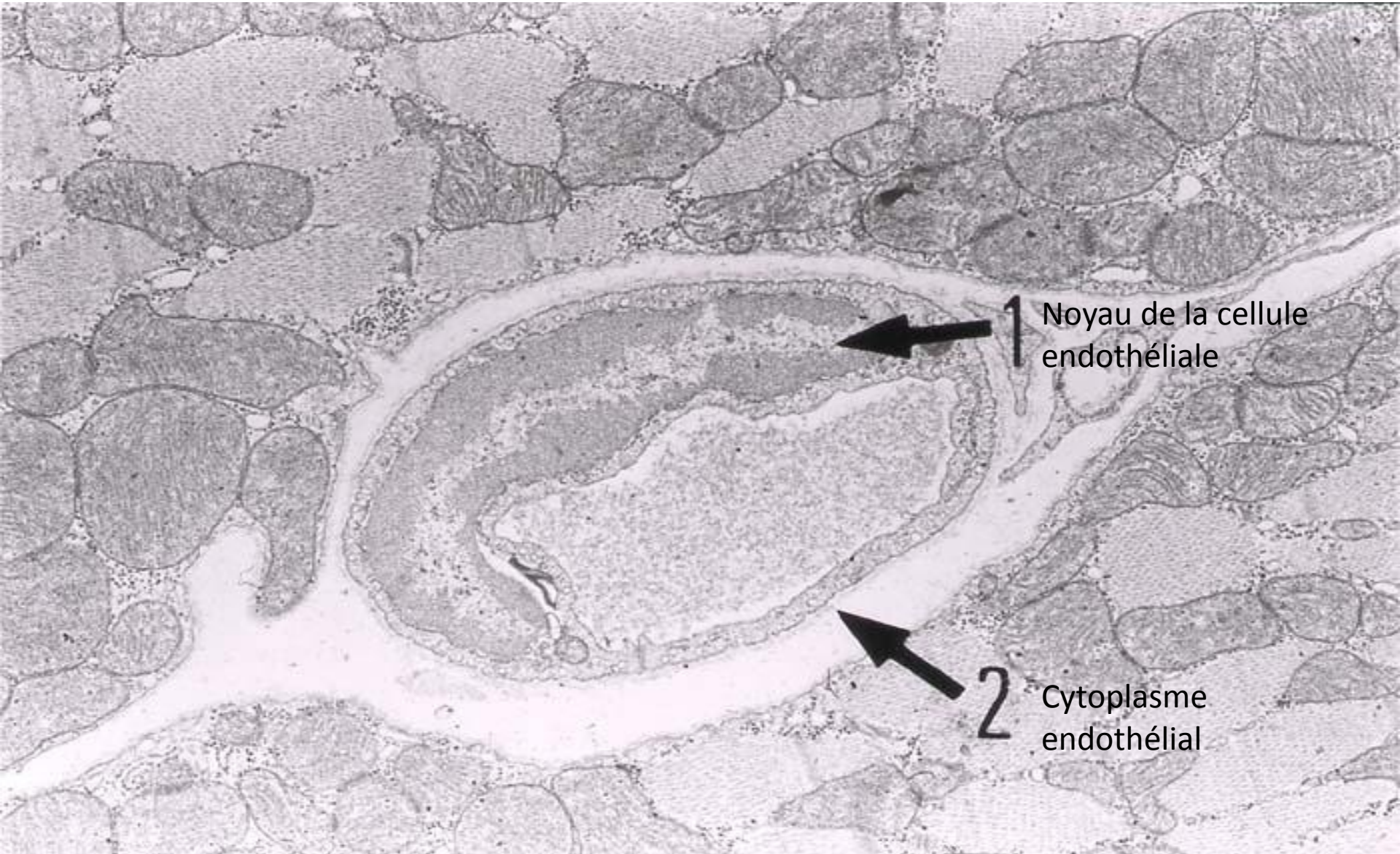
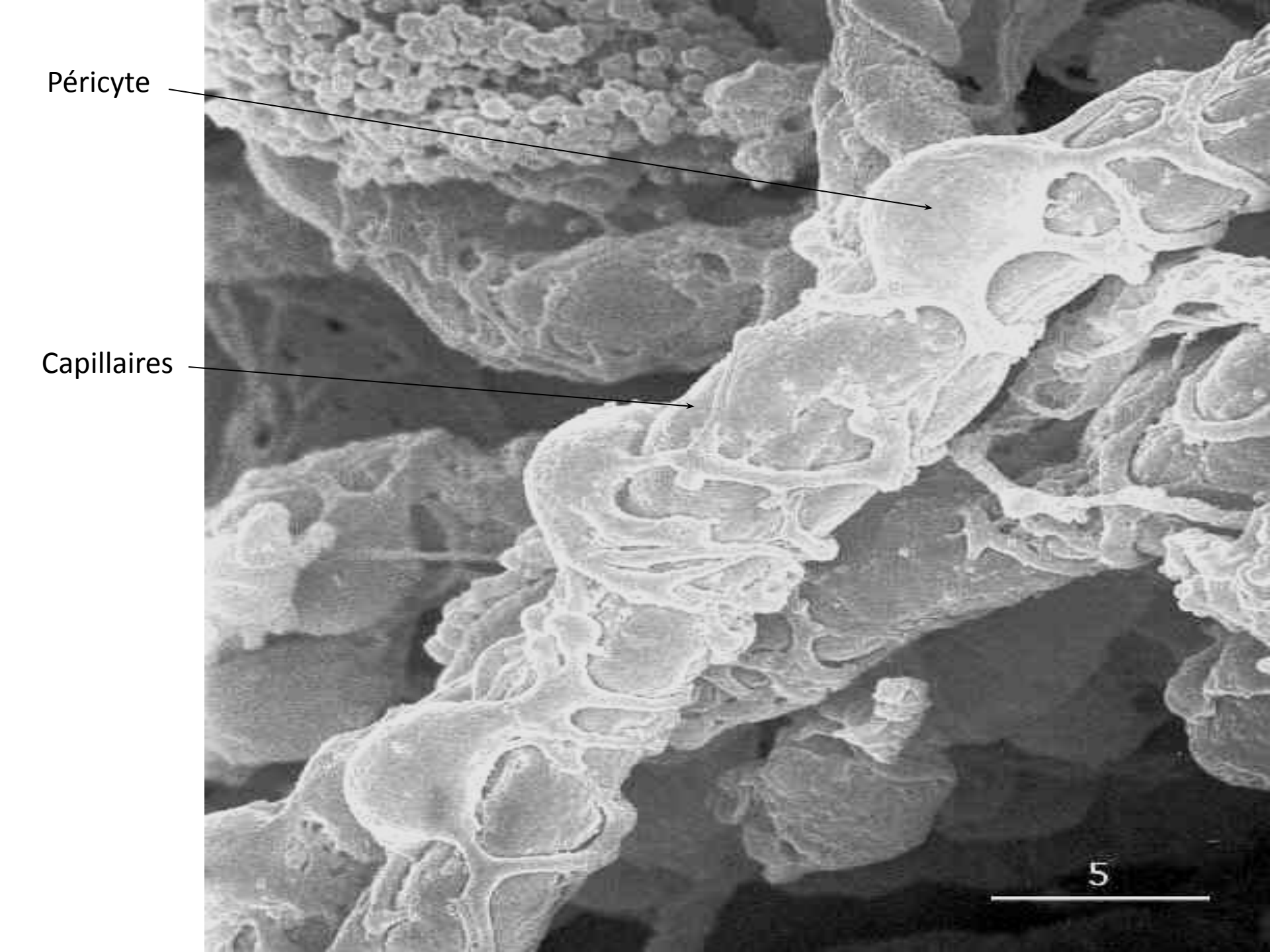


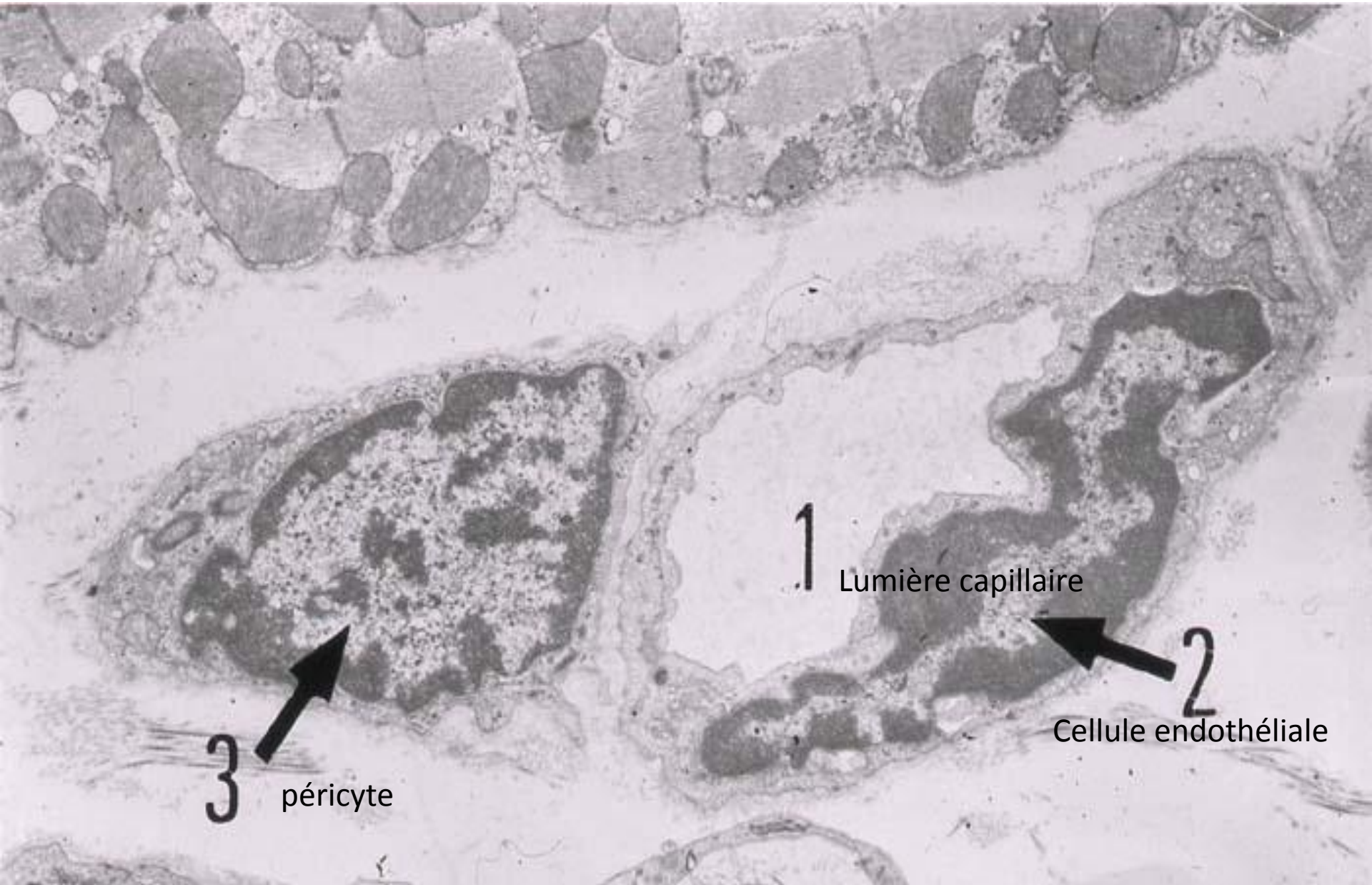
Fig 6.

Capillaire sanguin de petit calibre en M.E




Péricyte
Capillaires
5

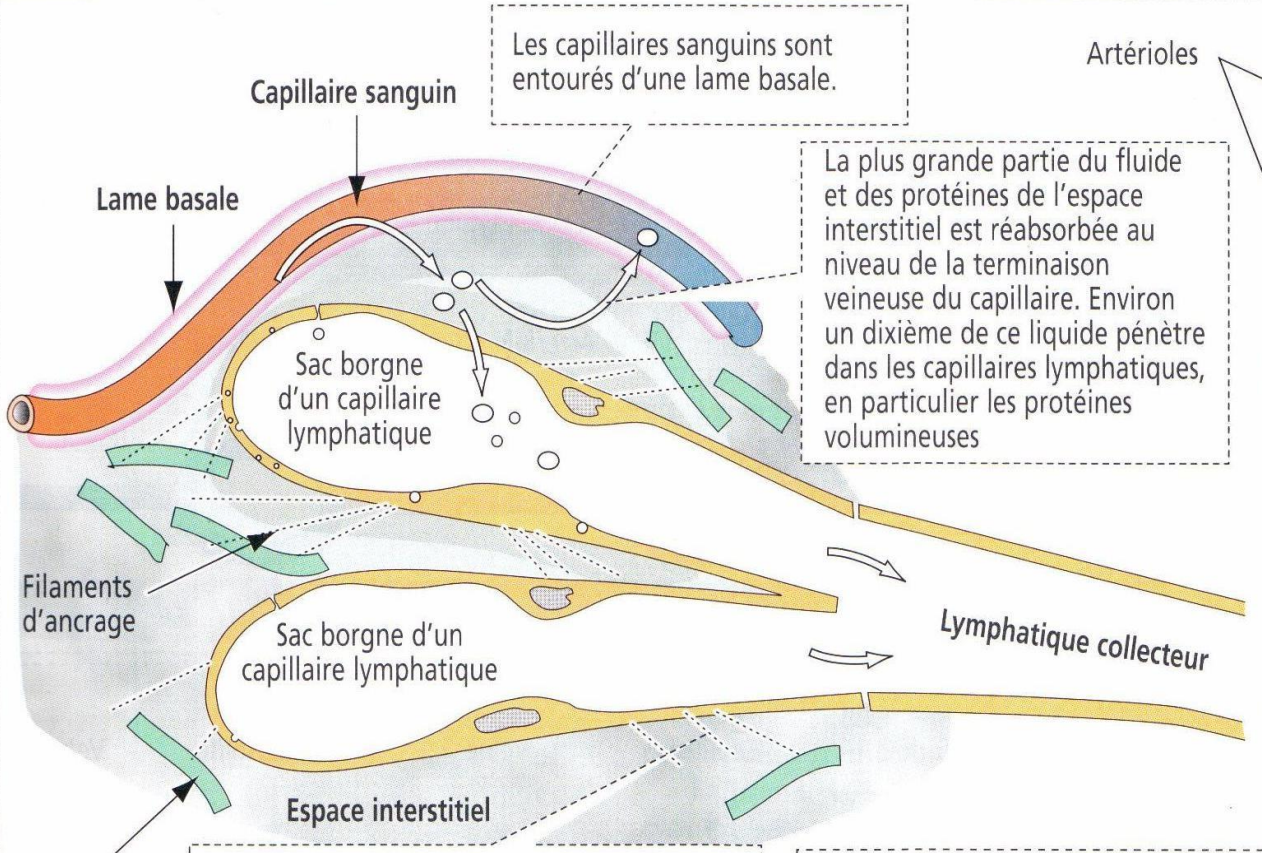
Capillaire sanguin avec pericyte



Les vaisseaux lymphatiques

- Le système vasculaire lymphatique draine l'excès de liquide appelé ***lymphe*** qui prend naissance dans les espaces conjonctifs intercellulaires. Ce système commence par des capillaires qui forment des réseaux et se présentent sous forme de tubes dilatés « borgnes » à l'une des extrémités .Ces capillaires fusionnent et forment des veinules puis des veines similaires à des veines sanguines mais pourvues de valvules plus nombreuses qui empêchent le reflux. Ces veines véhiculent la lymphe vers deux gros troncs lymphatiques : le canal thoracique gauche et le canal lymphatique qui débouchent dans les veines jugulaire interne et sous-clavières.
- Avant de rejoindre la circulation sanguine la lymphe passe au niveau de ganglions répartis tout au long du système lymphatique.
- Certains organes et tissus sont dépourvus de vaisseaux lymphatiques tels que les épithéliums, le cartilage, l'os, le système nerveux central, le placenta

L'origine en « sac borgne » des capillaires lymphatiques



Les capillaires sanguins sont entourés d'une lame basale.

La plus grande partie du fluide et des protéines de l'espace interstitiel est réabsorbée au niveau de la terminaison veineuse du capillaire. Environ un dixième de ce liquide pénètre dans les capillaires lymphatiques, en particulier les protéines volumineuses

Des **filaments d'ancrage** attachent les cellules endothéliales des capillaires lymphatiques au tissu conjonctif environnant pour empêcher leur lumière de se collaber.

Les **capillaires lymphatiques** ont un contour irrégulier, un revêtement cellulaire endothélial lâche dépourvu de jonctions serrées et ne contiennent pas de globules rouges dans leur lumière. Comparez l'épaisseur de la paroi du capillaire lymphatique avec celle de la paroi des artérioles. La lumière des artérioles contient des globules rouges.

Structure des vaisseaux lymphatiques

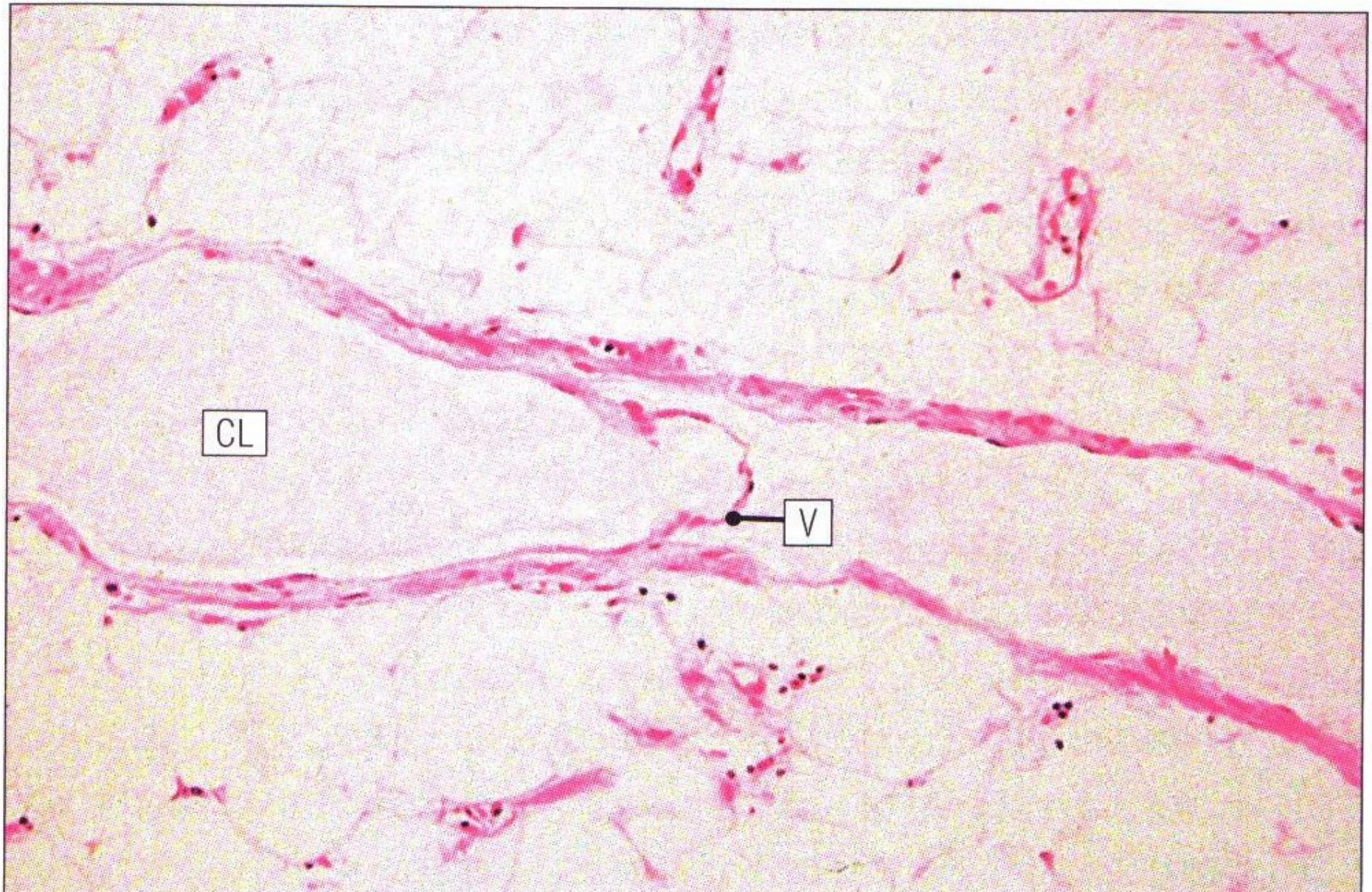
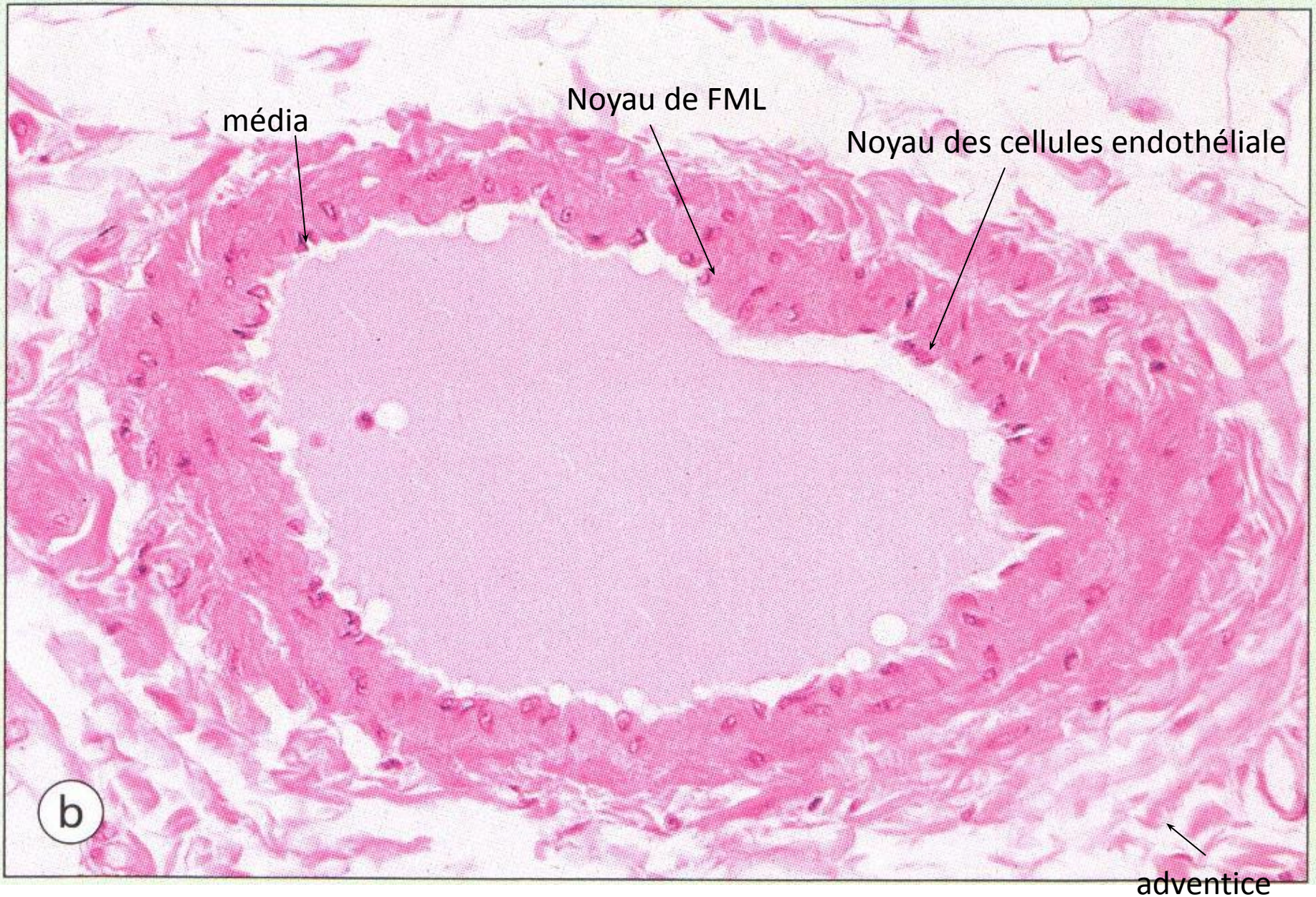
1/ Les capillaires lymphatiques possèdent:

- un endothélium formé d'une seule assisse de cellules endothéliales, fenêtrées, dépourvues de jonctions serrées permettant ainsi le passage des grosses molécules (protéines , triglycérides…) et de certaines cellules dont les cellules du système immunitaire.
- une membrane basale très discontinue, le plus souvent absente

2/ La paroi des plus gros vaisseaux rappelle celle des veines sanguines mais la lumière est plus large. On y distingue trois tuniques mal individualisées:

- une intima formée d'un endothélium et une mince couche de tissu conjonctif sous-endothélial
- une média contenant des fibres musculaires lisses plus ou moins abondantes disposées de façon concentrique et séparées par de fibres collagènes
- une adventice formée de tissu conjonctif renfermant des fibres élastiques

Grand capillaire lymphatique contenant de la lymphe avec des valves tres fines qui contrôle le sens de l'écoulement



Grand vaisseau lymphatique